Die funktionelle Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule des Pferdes unter Berücksichtigung der spinalen Ataxie

Wolf-Günther Hebeler

1977

Aus der

Chirurgischen Klinik des Fachbereichs

Tiermedizin der Universität München

Vorstand: Prof.Dr.H.Schebitz

Arbeit angefertigt unter Leitung von: Prof.Dr.H.Schebitz

Die funktionelle Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule des Pferdes unter Berücksichtigung der spinalen Ataxie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde des

Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität

München

von

Wolf-Günther Hebeler

aus Bad Wörishofen

München 1977

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Tiermedizin
der Universität München

Dekan :	Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent :	Prof. Dr. H. Schebitz
Korreferent :	Prof. Dr. E. Dahme

Tag der Promotion: 29. Juli 1977

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555615_0084

Inhaltsübersicht:

		Seite
1.	EINLEITUNG	2
2.	LITERATUR	3
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	9
3.1.	Immobilisation des Patienten	9
3.2.	Lagerung	9
3.3.	Röntgentechnische Angaben	14
3.4.	Meßtechnik	14
3.4.1.	Bestimmung des Winkels zwischen zwei Halswirbeln	14
3.4.2.	Messung der Durchmesser der Forr.vertebralia	15
3.4.3.	Messung der Einengung	18
3.5.	Meßergebnisse	19
3.5.1.	Winkel- und Einengungswerte	20
3.5.2.	Durchmesser des Wirbelkanals	24
4.	DISKUSSION	28
4.1.	Winkel	28
4.2.	Einengung	30
4.3.	Durchmesser des Wirbelkanals	34
5.	ZUSAMMENFASSUNG	37
6.	SUMMARY	39
7.	TABELLEN UND ABBILDUNGEN	41
8.	LITERATURVERZEICHNIS	63
9.	LEBENSLAUF	66

1.Einleitung

Die spinale Ataxie des Pferdes ist ein Sammelbegriff für Erkrankungen des Rückenmarks. Sie äußert sich mit den klinischen Symptomen einer Inkoordination der Gliedmaßenführung und wird je nach Schweregrad in Bewegungsstörungen 1., 2. und 3. Grades eingeteilt (D a h m e , S c h e b i t z 1970):

Grad I (geringgradige Erscheinungen): Die Bewegungsstörungen sind nur bei bzw. kurz nach Wendungen und einem Schrittwechsel feststellbar (Hintergliedmaßen: kurzes Nachschleifen der Hufe beim Abwickeln, tappende Fußung, mähende Gliedmaßenführung in übertriebener Ab- oder Adduktion, auffallendes Abbeugen der Gelenke beim Abwinkeln. Vordergliedmaßen: kurzes Nachschleifen der Hufe beim Abwinkeln, tappende Fußung, Stolpern übertriebenes Vorschwingen, im Trab paradeschrittähnliche Gliedmaßenführung). Leicht wiegend-schwankender Gang in der Hinterhand; Rückwärtstreten ist möglich.

Grad II (mittelgradige Erscheinungen): Die Störungen im Bewegungsablauf sind häufiger, ausgeprägter und bisweilen auch beim Geradeausführen feststellbar. Die Bewegung in der Hinterhand ist schwankend, verbunden mit gelegentlichen unregelmäßigen Schrittfolgen. Rückwärtstreten kann noch erzwungen werden. Dabei werden die Hufe nicht vom Boden gehoben, sondern schleifend rückwärts geführt. Trab ist noch möglich.

Grad III (hochgradige Erscheinungen): Die Inkoordination der Bewegung (siehe Grad II) ist häufig und ausgeprägt. Die Bewegung in der Hinterhand ist schwankend torkelnd, begleitet von unregelmäßiger Schrittfolge. Starkes Sträuben gegen Rückwärtstreten. Sofern einige Rückwärtsschritte erzwungen werden können, werden Sprung- und Kniegelenk auffallend stark gebeugt. Dabei ist ein Zusammenbrechen in der Hinterhand möglich. Trab ist nicht oder nur für kurze Strecken möglich.

Die Ursachen dieser Erkrankung können mannigfaltig sein. Einige davon sind: Frakturen, Fissuren, Hämatome, wandernde Parasitenlarven, Tumore und Abszesse im Bereich des Wirbelkanals. In jedem Fall kommt es zu raumfordernden bzw. wirbelkanaleinengenden Prozessen, die Läsionen des Rückenmarks mit den daraus resultierenden Bewegungsstörungen zur Folge haben.

2.Literatur:

Die spinale Ataxie, die auch als Wobbler Disease, Wobbles of Foals, Equine Ataxia, Equine sensory ataxia, Equine incoordination sowie Ataxia of foals bezeichnet wird, ist in der Literatur des In- und Auslands in morphologischer und ätiologischer Hinsicht ausgiebig beschrieben und diskutiert worden.

W e i s c h e r (1946) und A d a m s (1962) schließen ein rezessives Erbleiden als Krankheitsursache nicht aus. Sie konnten bei untereinander verwandten Pferden ein gehäuftes Auftreten der spinalen Ataxie beobachten.

D i m o c k und E r r i n g t o n (1939) bringen Veränderungen an der Halswirbelsäule mit histopathologischen Befunden am Rückenmark in enge Beziehung. Bei 40 % des Sektionsmaterials stellten sie eine Abweichung der Halswirbelachse sowie eine Einengung des Wirbelkanals durch veränderte Gelenkfortsätze zwischen dem 4. und 7. Halswirbel fest.

O l a f s o n (1942) fand derartige Veränderungen bei erkrankten Fohlen und machte einen Kupfermangel für Knochen- und Rückenmarkveränderungen verantwortlich.

J o n e s, D o l l und B r o w n (1954) stellten bei 30 untersuchten ataxieerkrankten Fohlen 14 mal eine Verengung des Wirbelkanals sowie 5 mal eine Osteoarthritis fest. Die histomorphologischen Untersuchungen bestätigten die entsprechenden Veränderungen im Rückenmark.

S t e e l et a l. (1959) sprechen von einer "sensorischen Form" der Ataxie. Sie sezierten 15 Pferde und fanden an den

Halswirbeln 3 bis 7 unterschiedlich ausgeprägte Veränderungen an den Gelenkfortsätzen. Bei 2 Tieren stellten sie Einengungen des Wirbelkanals fest.

Ein Trauma als allein in Frage kommende Ursache wird von ihnen ausgeschlossen. Vielmehr glauben sie, daß die Knochenveränderungen durch Vergiftungen mit Triorthocresylphosphaten und Pilztoxinen zustande kommen.

R o o n e y (1963) kommt nach Sektion von 31 Vollblütern im Alter bis zu 3 Jahren zu folgenden Ergebnissen:

Er fand bei allen Tieren Veränderungen an den Gelenkfortsätzen der Halswirbel 2 bis 7. Bei 60 % der Tiere war am häufigsten die gelenkige Verbindung der Halswirbel 3 und 4 betroffen. Die Halswirbelgelenke 2/3 und 4/5 waren in 14 %, die Gelenke 5/6 und 6/7 in je 12 % der Fälle verändert.

Er unterscheidet zwischen anatomischer, anatomisch funktioneller und funktioneller Verengung des Spinalkanals.
Die Veränderung der Gelenkfortsätze stellt seiner Meinung nach die Voraussetzung, ein zusätzlich einwirkendes Trauma (zum Beispiel in Form einer starken Beugung) das auslösende Moment für eine Quetschung des Rückenmarks dar. Pferde mit den entsprechenden Veränderungen an den Gelenkfortsätzen ohne klinische Symptome bezeichnet R o o n e y als "predisposed wobblers".

M a t t h i a s et a l. (1965) fanden bei 5 untersuchten Fohlen zwar Läsionen in der weißen Substanz des Rückenmarks (funikuläre Leukomyelose), konnten aber keine entsprechenden Wirbelveränderungen nachweisen.

Untersuchungen von S c h e b i t z und S c h u l z (1965) an 8 ataxieerkrankten Pferden ergaben durch Mobilisierung arthrotischer Prozesse an den Gelenkfortsätzen des 3. bis 7. Halswirbels bedingte Kompressionen des Rückenmarks. Diese Kompressionen sind ihrer Meinung nach zweifellos mit den am Rückenmark diagnostizierten Veränderungen (Demyelinisierungen) in Einklang zu bringen.

In Übereinstimmung mit R o o n e y (1963) folgern S c h e - b i t z und S c h u l z, daß zu den vorhandenen Veränderungen des Wirbelskelettes ein Trauma hinzukommen muß, um Veränderungen im Rückenmark und die dadurch bedingten Bewegungsstörungen auszulösen.

Die von M e c h l e n b u r g (1967) und F r a n k (1967) beschriebenen Untersuchungen der Halswirbelsäule von Pferden unterschiedlichen Alters, welche keinerlei Symptome einer zentralnervösen Störung aufwiesen, ergaben, daß Veränderungen am Halswirbelskelett mit raumeinengenden Prozessen im Wirbelkanal auch bei klinisch gesunden Pferden vorkommen können.

Beide Autoren gewannen ihre Erkenntnisse aus Detailpräparationen, bei denen das Lumen abschnittsweise beurteilt wurde. Sie stellten Knochenalterationen im Bereich des Wirbelkanals mit seitlicher, ventraler und dorsaler Einengung des Lumens fest. Aufgrund der Befunde folgerte M e c h l e n b u r g (1976), daß mechanisch bedingte Rückenmarkläsionen abhängig sind vom Grad der vorhandenen Wirbelveränderungen.

F r a n k (1967) fand bei Feten und wenige Tage alten Fohlen Asymmetrien und Knorpeldeformationen einzelner Gelenkfortsätze, die arthrotische Prozesse zur Folge haben könnten.

Nach R o o n e y (1963), M e c h l e n b u r g (1967) und F r a n k (1967) können klinisch gesunde Pferde mit entsprechenden Veränderungen am Halswirbelskelett als "prädisponierte Wobblers" bezeichnet werden.

1970 berichten D a h m e und S c h e b i t z über Untersuchungsergebnisse von 7 an spinaler Ataxie erkrankter Pferde.
Es wird dabei auf die Möglichkeit eines Sturzes als primär auslösendes Trauma hingewiesen, während die arthrotischen Veränderungen, die man inzwischen auch bei gesunden Tieren selbst in starker Ausprägung vorgefunden hat, hinsichtlich ihrer "nosologischen Wertigkeit" vorsichtiger beurteilt werden.

Als wesentliche Veränderungen der Halswirbelsäule werden Überdehnung der Ligg. interarcualia, Stauchungen der Wirbelkörper mit Nekrosen der Epiphysenknorpel sowie Protrusionen der Kapseln der seitlichen Wirbelgelenke in den Wirbelkanal hinein angegeben.

Nach Auswertung neuerer Erkenntnisse der Autoren kann ausgesagt werden, daß ein massives Trauma im Bereich der Halswirbelsäule für die Schädigung des Rückenmarks verantwortlich sein kann. Bei vorliegender Arthropathia deformans eines Wirbelgelenks kann eine Mobilisation für eine Kompression des Rückenmarks ausreichen. Ein Sturz über den Hals bei übermäßiger Ventroflexion der Halswirbelsäule wird häufig als Ursache für ein Trauma angegeben (D a h m e und S c h e b i t z 1970).

Der größte Teil des Patientenmaterials rekrutiert sich bei S c h u l z und S c h e b i t z (1965), D a h m e und S c h e b i t z (1970) sowie F r a s e r und P a l m e r (1967) aus 4 Monate bis 3 Jahre alten, meist männlichen Tieren.

F r a s e r und P a l m e r (1967) fanden bei 6 von 21 sezierten, an spinaler Ataxie erkrankten Pferden durch Druck hervorgerufene Fokalläsionen des Rückenmarks. Sie führen diese unter anderem auf subdurale Hämatome zurück, während D a h m e und S c h e b i t z (1970) in diesem Zusammenhang eine indirekte Schädigung des Rückenmarks durch Störung der Blutzirkulation in Form einer venösen Stauung der Rückenmark- und Meninxgefäße für möglich halten.

Sie bestätigen die Befunde von F r a s e r und P a l m e r (1967) insofern, "als in der Folge lokaler Kompressionstraumen im Rückenmark drei Hauptformen von Läsionen unterscheidbar sind, nämlich:

a) Die verschiedengradigen Degenerationen und Malazien der weißen und grauen Rückenmarksubstanz am Ort der Kontusion,
b) die Wallerschen Degenerationen efferenter Leitungsbahnen kaudal,
c) die Wallerschen Degenerationen afferenter Leitungsbahnen cranial des Kontusionsbereiches."

Nach S c h u l z et a l. (1965), P o h l e n z und S c h u l z (1966) ist die spinale Ataxie erst dann diagnostizierbar, wenn über 20 % der Nervenfasern ausgefallen sind. In der Regel weisen klinisch gesunde Tiere einen durchschnittlichen Ausfall von 6 % der Nervenfasern auf. Dieser Ausfall kann jedoch durch die übrigen Fasern kompensiert werden.

Nach Meinung verschiedener Autoren (S c h e b i t z 1965, M i l n e 1975) sind für die Beurteilung und klinische Diagnose Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule in gerader und maximal abgebeugter, horizontaler Halslagerung anzufertigen.

Beurteilt werden neben dem Zustand der Wirbel und Wirbelgelenke

a) die Stellung der Wirbel zueinander bezüglich ihrer Winkelbildung,

b) die Stellung der kranialen Wirbelkörperepiphyse eines Halswirbels zur kaudalen Epiphyse des korrespondierenden kranialen Wirbels

in beiden Lagerungspositionen.

S c h e b i t z (1970) weist auf die unterschiedlichen Grade der Beweglichkeit in den verschiedenen Abschnitten der Halswirbelsäule beim gesunden Tier hin, die grundlegend bei der Beurteilung berücksichtigt werden müssen:

"Bei maximaler Ventroflexion der Halswirbelsäule liegt eine stärkere Beweglichkeit der Halswirbelgelenke 3/4 und 4/5, eine geringere bei 2/3 und 5/6 und eine stark eingeschränkte Beweglichkeit im Halswirbelgelenk 6/7 vor."

3.Eigene Untersuchungen:

Um die Auswertungen der Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule des Pferdes zu objektivieren, wurde versucht, die Beweglichkeit einer Halswirbelsäule durch reproduzierbare Messgrößen darzustellen.
Die Anfertigung der Aufnahmen erfolgte unter gleichen Bedingungen.

3.1.Immobilisation:

Nach Sedation (Combelen^{R} und Polamivet^{R}) wurden zum Ablegen des Pferdes ein Muskelrelaxans (Guajakolglycerinäther) und ein Barbiturat (Thiogenal^{R}) intravenös verabreicht.

Da die völlige Relaxation für eine Ventroflexion der Halswirbelsäule unbedingt erforderlich war, wurde im Anschluß an das Ablegen eine Inhalationsnarkose mit einem Halothan/Lachgasgemisch eingeleitet.

3.2.Lagerung:

Um eine vergleichbare Qualität der Röntgenaufnahmen zu erreichen, wurde bei der Lagerung des Pferdes folgendermaßen vorgegangen:

1. Das narkotisierte Tier wurde in rechter Seitenlage geröntgt.
2. Von jeder Halswirbelsäule wurden drei Aufnahmen bei geradem und drei bei abgebeugtem Hals angefertigt. Zur gleichmäßigen Darstellung der Halswirbelsäule hat sich hierbei eine Unterteilung in drei Abschnitte bewährt:
   Für die 1. Aufnahme wurde der Zentralstrahl auf den 2. Halswirbel, für die 2. Aufnahme auf den 4. und für die 3. Aufnahme auf den 6. Halswirbel gerichtet.
3. Die korrekte seitliche Darstellung der Halswirbel ist Voraussetzung für die exakte Auswertung, da durch Verzeichnungen bei schräger Projektion die Messung erschwert wird, bzw. zu falschen Messergebnissen führen können.

   Der unterschiedliche Durchmesser von Rumpf und Hals hat bei Lagerung in gerader Halshaltung ein konkaves "Durchhängen" der Halswirbelsäule zur Folge (Abb.1). Dies wiederum führt zu Verkantungen der Wirbel.

   Um dieses Durchbiegen zu vermeiden, wurde eine feste Unterlage in Form einer Holzplatte mit den Maßen 80 x 40 x 3 cm verwendet.
   Diese Platte diente gleichzeitig als Unterlage für die Kasette. Falls in einem oder anderen Fall notwendig, wurde zusätzlich mit Schaumgummipolstern ausgeglichen (Abb.2).

Abb.1 : Seitlich liegendes Pferd mit nach ventral durchhängender Hals.(Vor der Korrektur)

= Schaumgummi-polster

= Holzplatte

= Röntgenkassette

Abb.2: Seitlich liegendes Pferd mit korrigierter Halslagerung. Hilfsmittel für die Korrektur: Holzplatte + Schaumstoff-polster.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Möglichkeit der Verwendung einer "Buckyblende" hingewiesen (S c h e b i t z, W i l k e n s 1968). Voraussetzung hierfür ist eine Unterlage aus mehreren auswechselbaren Polsterteilen, wobei Polster und Blendenbehälter dasselbe Niveau aufweisen müssen. Je nach Erfordernis kann nun die Buckyblende anstelle eines Polsters unter den Hals des Pferdes gelegt werden.

4. Bei den Röntgenaufnahmen der Halswirbel 5-7 (Zentralstrahl auf 6. Halswirbel) sind die Vordergliedmaßen nach kaudal zu ziehen, da sonst die Schultergelenke in die Halswirbelsäule hineinprojiziert werden. Diese Lagerung ist wegen der Möglichkeit einer Schädigung des Nervus radialis nur kurzfristig vorzunehmen. Um einen einheitlichen Krümmungsradius des Halses beim Abbeugen zu erreichen, wurde wie folgt vorgegangen (siehe auch Abb.8):

   Auf die Gerade a, die Kruppe und Widerrist tangieren soll, wird eine Senkrechte b konstruiert, die bei maximaler Abbeugung der Halswirbelsäule die Wirbel C6 und C1 schneidet. Damit ist gewährleistet, daß bei kurzem wie langem Hals die gleiche Biegung erreicht wird.

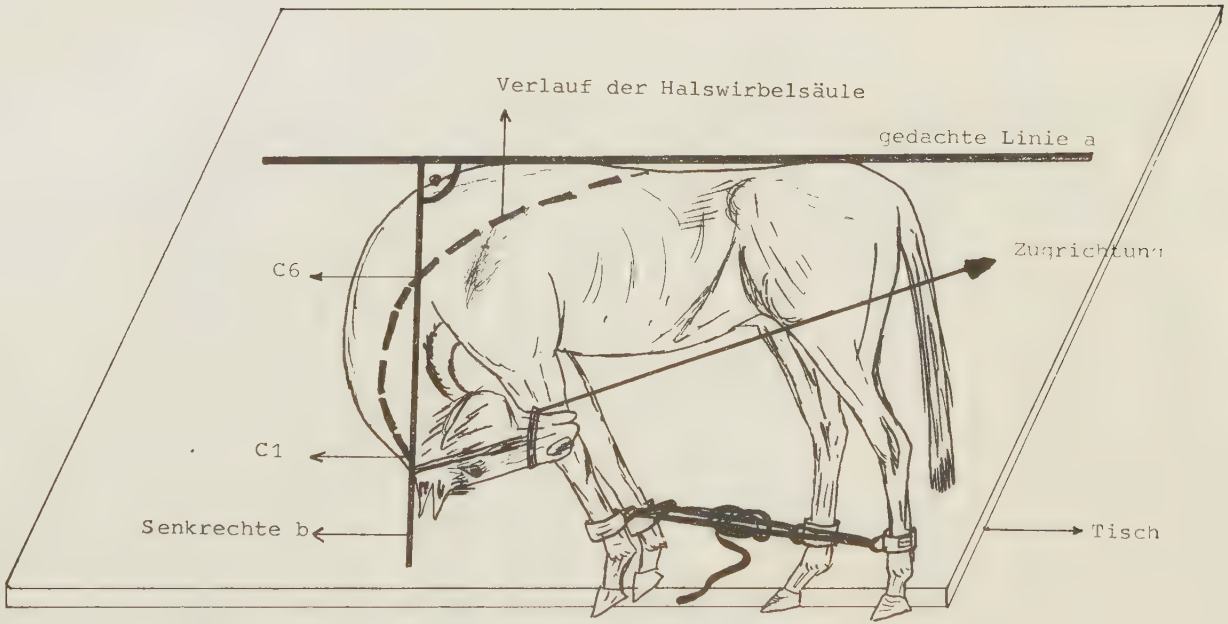


Abb.8: Seitlich liegendes Pferd mit maximal abgebeugter Halswirbelsäule nach beschriebener Methode.Die Gliedmaßen sind in dieser Phase eingebunden.

3.3.Röntgentechnische Angaben:

Die Aufnahmen wurden mit einem Siemens-Röntgengerät des Typs "Tridoros 4" angefertigt.

Als Röntgenkassette diente eine Diamantfolie mit einem stehenden Lysholmraster bei Verwendung eines handelsüblichen Röntgenfilms. Die Größe der Kassette war 30 x 40 cm.

Je nach Objektstärke wurden folgende Einstellungswerte gewählt:

	Dicker Hals	Dünner Hals + Fohlen
Aufnahme 1	70 KV,50 mAs	60 KV,50 mAs
Aufnahme 2	70 KV,100 mAs	65 KV,50 mAs
Aufnahme 3	75 KV,bis 200 mAs	70 KV,90 mAs

3.4.Messtechnik:

Das zu vermessende Röntgenbild wird auf einen Horizontalröntgenbildbetrachter aufgelegt und mit einer Plastikfolie gleicher Größe bedeckt. Mit einem Filzschreiber sind nun die für die Messung wichtigen Punkte zu markieren und Linien zu ziehen.

3.4.1.Bestimmung des Winkels zweier Halswirbel:

Beim Beugen der Halswirbelsäule nach der beschriebenen Methode bilden korrespondierende Wirbel bestimmte Winkel zueinander. Um diese Winkel zu messen, ist es notwendig, die Längsachsen der Wirbel graphisch darzustellen.

Bei allen Halswirbeln wurde die ventrale Begrenzung des Foramen vertebrale für die Konstruktion dieser Längsachse gewählt.

Die dorsale Begrenzung erwies sich als ungeeignet, da beim 2. Halswirbel sich diese als eine konvex in den Wirbelkanal krümmende Linie darstellt (Abb.3), während sie beim 5., 6. und 7. Halswirbel im Vergleich zur ventralen Begrenzungslinie unterschiedlich stark divergiert, sodaß eine vergleichende Betrachtung nicht möglich ist.(Abb.4)

Aus den Winkeln der Halswirbel 2 bis 6 wurde die Winkelsumme errechnet. Diese ist ein Maßstab für die Beweglichkeit der Halswirbelsäule, weist aber auch auf die Vergleichbarkeit von Aufnahmen verschiedener Tiere hin.

3.4.2.Messung der Durchmesser der Forr. vertebralia:

Um Einflüsse des Durchmessers auf die Einengung sowie Zusammenhänge zwischen Winkel und Einengung zu klären, ist es notwendig, die Durchmesser A1, A2 und A3 des For. vertebrale zu messen:

Die Strecke A1 stellt den geringsten Durchmesser im kranialen Viertel, A2 den Durchmesser in der Mitte und A3 den Durchmesser am kaudalen Ende der ventralen Begrenzung direkt über dem Pfannenrand des Wirbelgelenks eines Halswirbels dar (Abb.6).

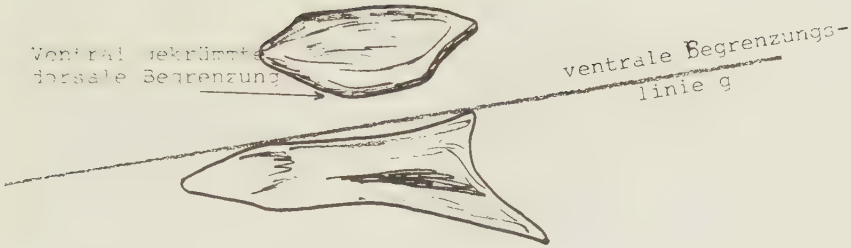


Abb.3 : Halswirbel 2

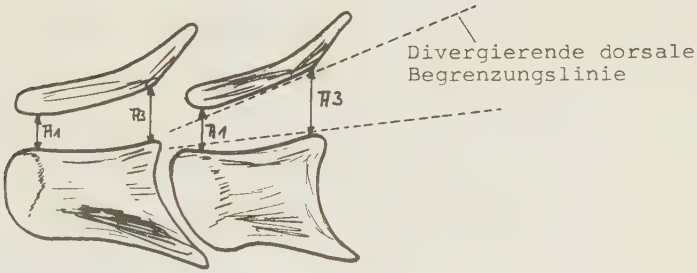


Abb.4: Halswirbel 6 und 7

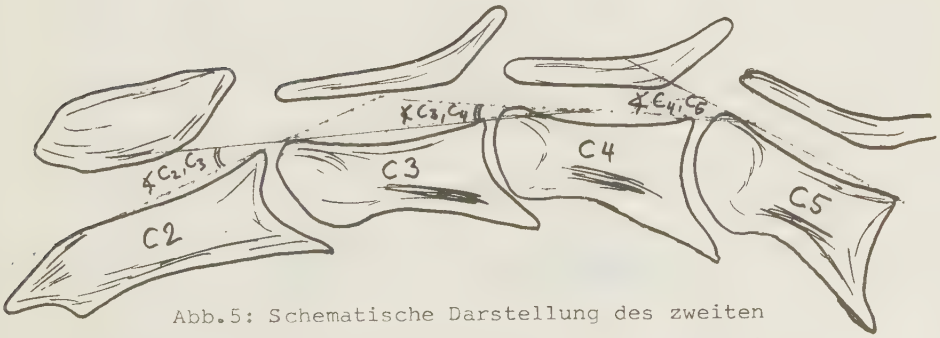


Abb.5: Schematische Darstellung des zweiten bis fünften Halswirbels mit den darin konstruierten Längsachsen bzw. Begrenzungslinien.

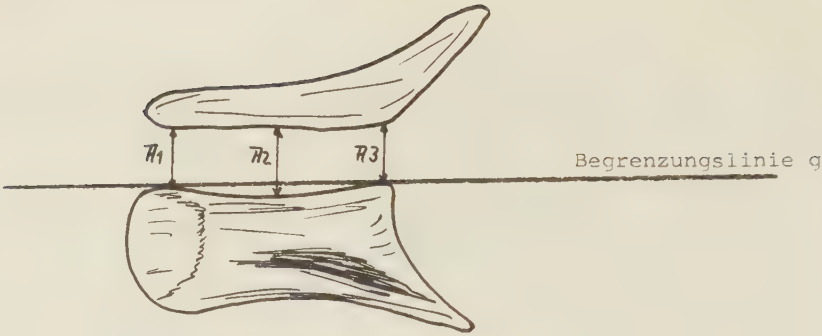


Abb.6: Wirbel mit Bezugspunkten für Messung der Durchmesser:

A1 : geringster Durchmesser im ersten Viertel des Foramen vertebrale.

A2 : Durchmesser in der Mitte des Foramen vertebrale.

A3 : Durchmesser am kaudalen Ende der ventralen Begrenzung des Foramen vertebrale.

Sämtliche Durchmesser sind als Senkrechte auf die ventrale Begrenzungslinie g konstruiert.

Abb.7: Schematische Darstellung der Einengung zwischen zwei Halswirbeln bei Abbeugung.Konstruktion von Hilfslinien zur Messung der Einengung.

Beim 2. Halswirbel werden nur die Durchmesser A2 und A3 bestimmt. Die Durchmesser sind als Senkrechte auf die bereits definierte Längsachse konstruiert.

3.4.3.Messung der Einengung:

Die Messung der Einengung des Wirbelkanals, welche für die Beurteilung einer stattgehabten Quetschung des Rückenmarks ausschlaggebend ist, erfolgt mit Hilfe der für die Winkelbestimmung konstruierten Längsachse (Bezugslinie g):

Liegt eine Einengung des Wirbelkanals durch Vorgleiten des Wirbelkopfes des nachfolgenden korrespondierenden Wirbels vor, so läuft die Längsachse g durch die kraniale Wirbelkörperepiphyse des kaudal artikulierenden Wirbels (Abb.7).

Die Senkrechte auf die Gerade g im Bereich des höchsten Punktes des Wirbelkopfes ergibt die Strecke d. Diese wird in Bezug zu dem Durchmesser A1 des Wirbelkanals gesetzt. Entsprechend der Abb.7 kann die Strecke d als Einengung des Wirbelkanals definiert werden.

Da die Halswirbel der untersuchten Tiere unterschiedliche Größen aufweisen und die Meßwerte untereinander verglichen werden sollen, werden diese zweckmäßigerweise in Prozent umgerechnet:

Der durch die Einengung reduzierte Durchmesser $A_{red.}$ des Wirbelkanals berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$A_{red} = A1 - d$$

A1 = Durchmesser, d = Einengung, A_{red} = Durchmesser des nach der Beugung für das Rückenmark noch zur Verfügung stehenden Raumes.

Die relative Einengung $d_{rel.}$ in Prozent ermittelt man nach der folgenden Gleichung:

$$d_{rel} = \frac{100 \times (A1 - A_{red})}{A1}$$

$$d_{rel} = \frac{100 \times d}{A1}$$

Zum Beispiel: Gemessen: A1 = 30 mm, d= 9 mm

$$d_{rel} = \frac{100 \times (30 - 21)}{30}$$

$$d_{rel} = \frac{100 \times 9}{30}$$

$$d_{rel} = 30$$

Für dieses Zahlenbeispiel ergibt sich eine Einengung von 30 %!

3.5.Messergebnisse:

Das Untersuchungsmaterial setzt sich aus den Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäulen von 72 Pferden zusammen:

a) 49 Pferde ohne Anzeichen einer spinalen Ataxie

b) 23 Pferde mit spinaler Ataxie

Das Untersuchungsmaterial ist folgendermaßen aufgeteilt:

	Gesunde Pferde	Kranke Pferde
Altersgruppe A (0 - 6 Monate)	n = 8	n = 0
Altersgruppe B (6 - 36 Monate)	n = 17	n = 13
Altersgruppe C (über 36 Monate)	n = 24	n = 10

In der Altersgruppe A standen keine erkrankten Tiere zur Verfügung, sodaß sich die vergleichenden Untersuchungen auf die Altersgruppen B und C beschränken.

Die Ergebnisse der Winkel- und Einengungsmessungen können den Tabellen 1 bis 5 entnommen werden. In der Tabelle 6 sind die Mittel- und Maximalwerte zusammenfassend und in den Abbildungen 11 bis 20 graphisch dargestellt.

Die Meßergebnisse des Winkel- und Einengungsmessung sind statistisch ausgewertet worden, wobei die Standardabweichungen in den graphischen Darstellungen (Abb. 11 - 20) als senkrechte Balken auf den Säulen dargestellt sind.

Die Werte der Durchmesser der Forr. vertebralia sind in den Tabellen 7 bis 11 aufgeführt.

3.5.1.Messergebnisse:

a) Winkel- und Einengungswerte

Tabelle 1a: Meßwerte gesunder Tiere, Altersgruppe 0-3 Monate und

Tabelle 1b: Meßwerte gesunder Tiere, Altersgruppe 4-6 Monate.

Die größten Winkel der Halswirbelgelenke der Tiere im Alter von 0 - 3 Monaten und 4 - 6 Monaten werden im Gelenk 2/3 gemessen:

Tiere der Gruppe 0 - 3 Monate erreichen einen Mittelwert von 18,5 Grad (Tab.1a), während in der Gruppe 4 - 6 Monate (Tab.1b) bereits 23 Grad im Mittel gemessen werden. Bei den Halswirbelgelenken 3/4 bis 6/7 nehmen die Winkel in der Gruppe 0 - 3 Monate stärker ab als in der Gruppe 4 - 6 Monate. Es kommt hier bei den Halswirbelgelenken 3/4 bis 5/6 zu Mittelwerten von 12 - 14 Grad, in der Gruppe 4 -6 Monate hingegen liegen die entsprechenden Werte bei 19 - 20 Grad. Das Halswirbelgelenk 6/7 erreicht in der Gruppe 0 - 3 Monate 3,8 Grad, während in der Gruppe 4 - 6 Monate 10 Grad im Mittel gemessen werden.

In der Winkelsumme, die in der Gruppe 0 - 3 Monate 58,5 Grad, in der Gruppe 4 - 6 Monate bereits 83,3 Grad beträgt, kommt die Diskrepanz der unterschiedlichen Winkelgrößen der beiden Altersgruppen deutlich zum Ausdruck.

Bei der Einengung fallen die hohen Meßwerte der Gruppe 0 - 3 Monate ins Auge: Im Halswirbelgelenk 2/3 liegt der Mittelwert bei 22,5 %, im Gegensatz zu 2,5 % der Gruppe 4 - 6 Monate (Abb.16).
Bei den Halswirbelgelenken 3/4 bis 5/6 werden bei der Gruppe o - 3 Monate Werte zwischen 24 und 26 %, in der Gruppe 4 - 6 Monate 21 bis 24 % gemessen. Im Halswirbelgelenk 6/7 sinkt der Wert bei beiden Gruppen auf 16,3 % bzw. 18,3 % ab (Abb.20).

Tabelle 2: Messwerte gesunder Tiere, Altersgruppe 6 - 36 Monate.

Während in der Gruppe 0 - 3 Monate und 4 - 6 Monate das größte Beugevermögen im Halswirbelgelenk 2/3 vorhanden ist (Abb.11), findet man in der Altersgruppe 6 - 36 Monate mit 22,4 Grad den größten mittleren Winkelwert im Halswirbelgelenk 3/4.

Die Halswirbelgelenke 2/3 und 4/5 liegen mit 20,4 bzw. 21,9 Grad etwas darunter (Abb.11 und 13), während das Halswirbelgelenk 5/6 nur mehr 18 Grad (Abb.14), 6/7 nur 10,1 Grad im Mittel (Abb.15) erreichen. Diese Werte liegen damit in etwa der gleichen Größenordnung wie die Werte der Gruppe 4 - 6 Monate .

Dies gilt im besonderen Maße für die Winkelsumme, die mit 83,3 Grad exakt dem Wert der Gruppe 4 - 6 Monate entspricht.

Die Werte der Einengung unterscheiden sich kaum von denen der Gruppe 4 - 6 Monate, sodaß man die Tiere der Gruppe 4 - 6 Monate sowie 6 - 36 Monate gemeinsam betrachten kann. Auch hier liegt die größte mittlere Einengung bei dem Halswirbelgelenk 4/5 mit einem Mittelwert von 24,4 % (Abb.18).

Tabelle 3: Messwerte gesunder Tiere, Altersgruppe über 36 Monate.

Die mittleren Winkelwerte betragen für die Halswirbelgelenke 2/3 bis 6/7 20 Grad, 22,4 Grad, 22,3 Grad, 19,7 Grad sowie 10,3 Grad. Sie unterscheiden sich damit kaum von den Werten gesunder Tiere der Altersgruppe 6 - 36 Monate.

Das gleiche gilt für die mittlere Winkelsumme, die in diesem Falle 84,6 Grad beträgt.

Die Einengung beläuft sich bei Halswirbelgelenk 2/3 auf 1,5 %, bei 3/4 auf 17,8 %, bei 4/5 auf 20,7 %, bei 5/6 auf 20,6 % sowie bei 6/7 auf 16,6 % (Abb.16 - 20). Damit liegen diese Werte etwa 15 % unter den Werten gesunder Tiere zwischen 6 und 36 Monaten.

Aufgrund der bisher dargelegten Werte kann von einer Abnahme der Einengung bei Tieren ab dem 3. Lebensjahr gesprochen werden.

Tabelle 4: Messwerte kranker Tiere, Altersgruppe 6 - 36 Monate.

Die Winkel der Wirbelgelenke 2/3 bis 6/7 dieser Altersgruppe liegen, mit Ausnahme des Maximalwertes von 33 Grad eines Pferdes, in der gleichen Größenordnung wie die Werte gesunder Tiere vergleichbaren Alters.

Die Meßergebnisse der Einengung hingegen sind, mit Ausnahme des Wertes für das Halswirbelgelenk 2/3 (= 2 %) gegenüber der Vergleichsgruppe der gesunden Tiere deutlich erhöht:

Bei 3/4 beträgt der mittlere Einengungswert 32 %, bei 4/5 27,3 %, bei 5/6 26,1 % sowie bei 6/7 17,6 %. Es werden Höchstwerte von 44 % bei 3/4, 36 % bei 4/5 und 42 % bei 5/6 gemessen (Abb. 17 - 19).

Tabelle 5: Messwerte kranker Tiere, Altersgruppe über 36 Monate.

Auch in dieser Altersgruppe liegen die Winkelwerte weitgehend auf dem gleichen Niveau wie die Werte der gesunden Tiere vergleichbaren Alters. Bei 2/3 liegt der mittlere Wert bei 20,8 Grad, bei 3/4 bei 22,1 Grad, bei 4/5 bei 22,7 Grad, bei 5/6 bei 15,6 Grad sowie bei 6/7 bei 16,5 Grad. Das Maximum von 28 Grad wird in keinem Fall überschritten.

Die größte Einengung verzeichnet man mit 44 % bei einem mittleren Wert von 29 % im Halswirbelgelenk 4/5. Halswirbelgelenk 3/4 und 5/6 erreichen Höchstwerte von 36 % bzw. 33 % bei Mittelwerten von 23,6 % und 25,6 % (Abb. 17 - 19).

3.5.2.Messergebnisse:

b) Durchmesser des Wirbelkanals

In den Tabellen 7 bis 11 sind die Messergebnisse der Wirbelkanaldurchmesser aufgeführt. Die Zahlen geben den Durchmesser in Millimeter an. Die Differenz zwischen den Werten A3 des vorausgehenden Wirbels und A1 des nachfolgend korrespondierenden Wirbels ist in Prozent ausgedrückt.

Von allen Durchmessern sind die Mittel- und Maximalwerte ermittelt und jeweils am Ende jeder Tabelle angegeben. Das gleiche erfolgt mit den Prozentwerten, wobei diese aus den entsprechenden Mittelwerten errechnet sind.

Da sich in den Werten der Tiere der Altersgruppen 0 - 3 Monate sowie 4 - 6 Monate keine nennenswerten Unterschiede

zeigen, werden sie in die Gruppe 0 - 6 Monate (= Tab.7) zusammengefaßt.

Tabelle 7: Messwerte gesunder Tiere, Altersgruppe 0 - 6 Monate.

Bei gesunden Tieren im Alter von 0 - 6 Monaten beträgt der mittlere Durchmesser A3 für den 2. Halswirbel 24 mm, um sich im 3. Halswirbel um 14,6 % auf 20,5 mm zu verringern. In den Wirbeln C3, C4 und C5 bleibt dieser Durchmesser weitgehend konstant und erweitert sich erst ab dem 6. Halswirbel auf 24,8 mm bzw. 27,6 mm.

Tabelle 8: Messwerte gesunder Tiere, Altersgruppe 6 - 36 Monate.

Der Durchmesser A2 beträgt beim 2. Halswirbel 27,4 mm im Mittel, erweitert sich bei A3 geringfügig auf 28,9 mm, um sich bei A1 des 3. Halswirbels um 22,1 % auf 22,5 mm zu reduzieren.

Im Vergleich zur Gruppe 0 - 6 Monate variieren der Werte A3 und A1 der nachfolgenden Wirbel C3 bis C6 geringer, was in mittleren Prozentwerten von 8,6 %, 8,0 % und 8,6 % zum Ausdruck kommt.

Tabelle 9: Messwerte gesunder Tiere, Altersgruppe über 36 Monate.

In dieser Gruppe nehmen die Durchmesser des Wirbelkanals erheblich zu. Die Werte A3 sowie A1 des nachfolgenden Wirbels variieren im Bereich des 3. bis 5. Halswirbel

zwischen 11,7 % und 15 %. Sie unterscheiden sich damit deutlich von den entsprechenden Werten jüngerer Tiere.

Tabelle 10: Messwerte kranker Tiere, Altersgruppe 6 - 36 Monate.

Bei alleiniger Betrachtung der Mittelwerte scheint kein nennenswerter Unterschied zu den gesunden Tieren gleichen Alters vorzuliegen:

Die Prozentwerte, gebildet aus den Mittelwerten, variieren hingegen bei den Wirbeln C3 - C6 zwischen 7% und 12 %.

Untersucht man die Prozenteinzelwerte bei den Patienten, fällt auf, daß etwa die Hälfte dieser Werte zwischen 0 % und 8 %, die andere Hälfte zwischen 20 % und 35 % schwankt. Bei den gesunden Pferden sind diese Werte gleichmäßiger aufgeteilt, wobei Spitzenwerte, wie sie bei den kranken Tieren beobachtet werden, nur selten auftreten.

Tabelle 11: Messwerte kranker Tiere, Altersgruppe über 36 Monate.

Im Unterschied zu den gesunden Tieren vergleichbaren Alters sind in dieser Gruppe die Mittelwerte der Wirbelkanaldurchmesser um 5 - 10 % kleiner.

Der Durchmesser für den 2. Halswirbel beträgt etwa 30 mm, sinkt beim 3. Halswirbel auf 23 - 25 mm ab und erweitert sich erst ab dem 6. Halswirbel auf 35 mm im Mittel.

Während bei den gesunden Tieren im Bereich des 3. bis 5. Halswirbels die Durchmesser A3 und A1 des nachfolgenden Wirbels zwischen 12 % und 15 % variieren, werden bei den kranken Pferden nur Werte zwischen 8,7 % und 10,2 errechnet.

4.Diskussion:

Neben den klinischen Symptomen der spinalen Ataxie ist die röntgenologische Untersuchung der Halswirbelsäule für die Diagnose von großer Bedeutung.

Die Halswirbelsäule ist bei latero-lateralem Strahlengang nur von einer Ebene aus zu beurteilen und erfordert eine absolut korrekte Lagerung in Ventroflexion. Hierbei sollte nach dem beschriebenen Schema vorgegangen werden, da erst dann ein Vergleich der Werte möglich ist.
In diesem Zusammenhang ist auf die Bedeutung der Winkelsumme als Parameter für ein ausreichendes Abbeugen einer Halswirbelsäule hinzuweisen. Weicht die Winkelsumme der zu beurteilenden Halswirbelsäule um mehr als 10 % vom errechneten Mittelwert der Vergleichswerte ab, so muß dies bei der Beurteilung entsprechend berücksichtigt werden.

Die Interpretation einer korrekt angefertigten Röntgenaufnahme hinsichtlich der Winkel zwischen korrespondierenden Wirbeln, der Einengung und der Durchmesser des Wirbelkanals lassen folgende Tatsachen erkennen:

4.1.Winkel:

Wie aus den Tabellen 1 bis 4 sowie der Abbildung 11 bis 20 hervorgeht, kann man die Halswirbelsäule bei Pferden bis zum Alter von etwa drei Monaten im Gegensatz zu den älteren Tieren auffallend weniger stark abbeugen.

Dabei wird der größte Winkel dieser Altersgruppe im Halswirbelgelenk 2/3 gemessen.

Tab.12: Mittelwerte der Winkel bei gesunden Tieren (Grad)

Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme
0-3 M.	18,5	13	12,5	14,5	3,8	58,5
4-6 M.	23	19,8	20,5	20	10	83,3

Die in jugendlichem Alter deutlich eingeschränkte Ventroflexion drückt sich zahlenmäßig in der geringen Winkelsumme von 58,5 ° aus.

Schon ab dem 4. bis 6. Monat nehmen die Winkelgrößen deutlich zu. Über dem 6. Monat erfolgt keine nennenswerte Steigerung mehr. Diese Tatsache wird durch die ab dem 6. Lebensmonat annähernd konstante Winkelsumme von 83° - 84° erhärtet.

Die Winkelwerte gesunder Pferde der Altersgruppen 6 - 36 Monate und über 36 Monate können wie folgt interpretiert werden:

Während bei Pferden bis zum Alter von 6 Monaten die stärkste Beugung im Halswirbelgelenk 2/3 besteht, verlagert sich diese mit zunehmendem Alter auf die Gelenke 3/4, 4/5 und 5/6.

Die Werte für das Halswirbelgelenk 6/7 und 7/1 sind mit Vorbehalt zu betrachten, da durch die in diesem Bereich meist undeutliche röntgenologische Darstellung, bedingt durch sehr große Schichtdicken, eine ausreichend exakte Messung häufig nicht möglich ist.

Ein Vergleich der Winkelgrößen der gesunden mit den kranken Pferden läßt bei keinem der Wirbelgelenke einen signifikanten Unterschied erkennen. Es kann also anhand des auf dem Röntgenbild gemessenen Winkels zweier korrespondierender Halswirbel in der Regel keine Aussage auf die Lokalisation einer vorliegenden Einengung des Wirbelkanals gemacht werden. Erhebliche Abweichungen sind hier nur bei massiven Defekten wie Zerreißung des Bandapparates oder Fraktur eines Wirbels zu erwarten.

4.2.Einengung:

Die maximale Ventroflexion des Halses bewirkt im Bereich der Halswirbelgelenke eine unterschiedlich große Einengung des Wirbelkanals.

Wie bereits hingewiesen wurde, besteht bezüglich der Winkelgrößen zwischen gesunden und kranken Tieren kein Unterschied. Zwischen den Altersgruppen 0 - 3 Monate sowie über 3 Monate differieren diese Werte jedoch erheblich.

Bei der Analyse der Einengungswerte verhält es sich umgekehrt. Hier findet man Unterschiede zwischen kranken und gesunden Pferden, ohne einen Einfluß des Alters zu erkennen.
Junge Pferde erreichen bei vergleichsweise kleinem Winkel zwischen zwei korrespondierenden Wirbeln die gleiche Einengung des Wirbelkanals wie ältere Pferde mit größeren Winkelwerten.

Durch die offensichtlich geringe Flexibilität der Halswirbelsäule bei gleichzeitig großer Einengungsmöglichkeit des Wirbelkanals könnte daher für Fohlen eine erhöhte Gefährdung des Rückenmarks durch mechanische Traumen abgeleitet werden.

Aber aufgrund der bisherigen Erkenntnisse erkrankten Fohlen im Altersabschnitt 0 - 3 Monate selten an spinaler Ataxie. Möglicherweise spielt das Verhältnis Körpergewicht zu Halslänge bzw. -umfang eine Rolle:
Die bei einem Sturz auftretenden Hebelkräfte und Drehmomente sind bei einem Fohlen wesentlich geringer als bei einem älteren Pferd.

In der Altersgruppe 4 - 6 Monate sowie bei älteren Tieren wird bezüglich der Einengung ein besonders deutlicher Unterschied gegenüber der Gruppe 0 - 3 Monate offensichtlich: Während in der Gruppe 0 - 3 Monate im Halswirbelgelenk 2/3 noch eine Einengung von 22,5 % gemessen wird, sinken die Mittelwerte bei den älteren Tieren (über 4 Monate) auf 2 bis 3 % im Mittel ab.

Tab.13: Mittelwerte der Einengung bei gesunden Tieren (Prozent)

Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
0-3 M.	22,5	24,8	25,8	26	16,3
4-6 M.	2,5	21,8	24,5	22,3	18,3
6-36 M.	2,9	21,9	24,4	22,6	11,3
über 36 M.	1,5	17,8	20,7	20,6	16,6

Die Einengung des Wirbelkanals im Bereich des Halswirbelgelenks 2/3 ist bei Tieren über 36 Monate nur noch in geringem Maße möglich.

Die Werte für die Wirbelgelenke 3/4 bis 5/6 liegen bei den Altersgruppen 4 bis 6 Monate und 6 bis 36 Monate mit 23 bis 25 % bzw. 21 bis 24 % etwa im gleichen Bereich, während bei den über 36 Monate alten Pferden nur noch eine mittlere Einengung von 18 bis 20 % gemessen wird.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann festgestellt werden, daß die Möglichkeit der Einengung des Wirbelkanals bei maximaler Ventroflexion der Halswirbelsäule mit zunehmendem Alter (über 36 Monate) allmählich abnimmt.
Arthrotisch deformierte Prozesse, in fortgeschrittenem Alter häufig als Verschleißerscheinung auftretend, könnten für diese zunehmende Bewegungseinschränkung eine Erklärung sein.

Aus den Abbildungen 17 bis 19 wird ersichtlich, daß die Einengungswerte kranker Tiere der Altersgruppe 6 - 36 Monate für das Wirbelgelenk 3/4 um 32 %, für 4/5 um 13 %, für 5/6 um 15 % über den Werten gesunder Tiere vergleichbaren Alters liegen. Eine ähnliche Tendenz wird bei den kranken Tieren der Altersgruppe über 36 Monate beobachtet.

Aus den Meßwerten geht eindeutig hervor, daß die Grenze zwischen physiologischen und pathologischen Einengungswerten für jedes Halswirbelgelenk unterschiedlich hoch anzusetzen ist. Berücksichtigt man einen Meßfehler von ± 2%, so können folgende Richtwerte festgesetzt werden:

	Lebensalter der Tiere (Monate)							
	0-3		4-6		6-36		üb.36	
Halswirbelgelenk	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)
2/3	32	34	12	14	16	18	14	16
3/4	32	34	27	29	31	33	29	31
4/5	32	34	32	34	31	33	32	34
5/6	30	32	29	31	32	34	31	33
6/7	26	28	27	29	29	31	29	31

Tab.14: Grenzwerte der Einengung zur Optimierung der Diagnose einer Rückenmarkquetschung.

I: Verdacht einer Rückenmarkquetschung

II: Eine Quetschung des Rückenmarks hat mit großer Wahrscheinlichkeit stattgefunden.

Die bei der Ventroflexion auftretende Einengung, z.B. von 40%, ist ebenso wie eine Einengung von 25% nur als relativer Wert anzusehen. Die bei einem Sturz auftretenden Kräfte, u.a. abhängig von Körpergewicht und Geschwindigkeit des Pferdes, verursachen eine wesentlich höhere Flexion der Halswirbelsäule und damit Einengung des Wirbelkanals, als es bei manuellem Abbeugen der Fall ist. Bei der Beurteilung wird jedoch davon ausgegangen, daß der bei einem früheren Sturz überdehnte Bandapparat eines oder mehrerer Halswirbel nicht mehr in der Lage ist, den oder die entsprechenden Wirbel

bei der funktionellen Röntgenuntersuchung in ihrer Bewegung so zu begrenzen wie ein intakter Bandapparat.
Die betreffenden Halswirbel zeichnen sich durch ein von den gesunden Pferden unterschiedliches Bewegungsverhalten aus, was auf den Röntgenaufnahmen als größere Einengung, nicht aber als größere Winkelbildung zum Ausdruck kommt.

4.3.Durchmesser des Wirbelkanals:

Die wichtigsten Ergebnisse der Messung des Wirbelkanals sind folgende:

Während der kraniale Durchmesser A1 bei Tieren über 6 Monate Alter in den meisten Fällen um etwa 3 - 5 mm kleiner ist als der kaudale Durchmesser A3 des gleichen Wirbels, stellt man bei Fohlen unter 6 Monaten häufig fest, daß der Wert A1 dem Wert A3 entspricht.

Im 2. Halswirbel ist der Wirbelkanal im allgemeinen sehr weit und verengt sich im 3.Halswirbel bei den einzelnen Altersklassen in unterschiedlichem Grad (0 - 6 M. um 14 %, ab dem 6. Monat um 20 - 26 % durchschnittlich).
Beim 3. bis 5. Halswirbel bleibt der Durchmesser annähernd konstant oder variiert nur geringfügig. Im 6. und 7. Halswirbel erweitert sich das Lumen wieder erheblich.

Bei den kranken Tieren der Altersklassen 6 bis 36 Monate sowie über 36 Monate fällt auf, daß bei Halswirbeln, die eine erhöhte Beweglichkeit mit einer Einengung des Wirbelkanals aufweisen, die Durchmesser A1, A2 und A3 gleich groß oder A3 kleiner als A1 des nachfolgenden Wirbels sind.

Möglicherweise liegt hier eine Praedisposition für eine Traumatisierung des Rückenmarks vor: Ist nämlich der kraniale Durchmesser des nachfolgenden Wirbels (A1) und der kaudale Durchmesser des vorangehenden Wirbels (A3) gleich groß, bzw. gleich eng, so kann der Rückenmarkstrang im Falle einer Einengung nicht genügend ausweichen, sodaß eine erhebliche Quetschung spontan stattfinden kann (Abb. 9 und 10).

Auch bei klinisch gesunden Tieren, insbesondere bei solchen bis zu 2 Jahren (Pferd Nr. 2, 3, 8, 14, 17), ist der Wert A3 des vorangehenden Wirbels gleich oder kleiner als A1 des nachfolgend korrespondierenden Wirbels. Diese Besonderheit kann man bei den Pferden Nummer 14 und Nummer 17 auch an mehreren Wirbeln im Verlauf der gesamten Halswirbelsäule beobachten. Demzufolge könnten diese Tiere im Sinne von R o o n e y (1963), M e c h l e n b u r g (1967) und F r a n k (1967) zu praedisponierten Wobblers gezählt werden.
Liegen raumeinengende Prozesse des Wirbelkanals vor, vergrößert sich die Möglichkeit einer Traumatisierung des Rückenmarks bei schon relativ harmlosen Stürzen.

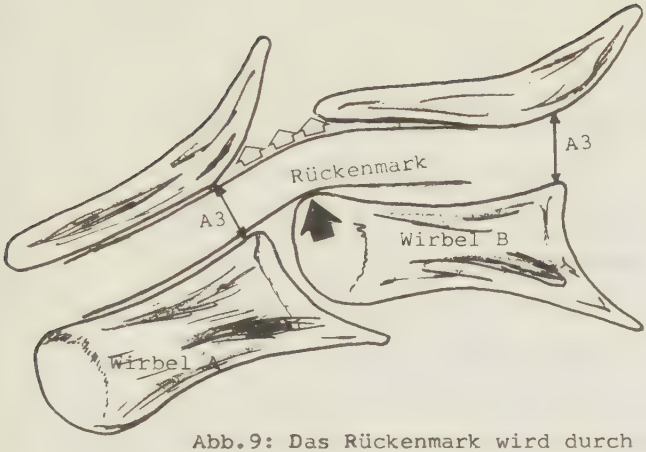


Abb.9: Das Rückenmark wird durch den Wirbelkopf des Wirbels B nach dorsal gedrückt.Da A3 genügend groß ist,kann es nach dorsal ausweichen.

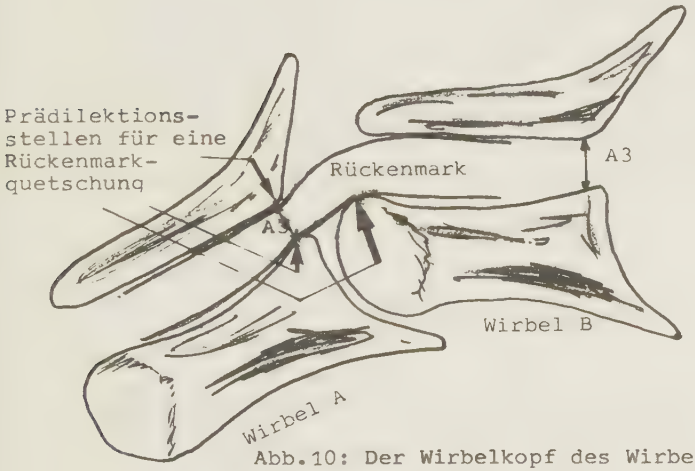


Abb.10: Der Wirbelkopf des Wirbels B drückt das Rückenmark ebenfalls nach dorsal.In diesem Fall jedoch kann das Rückenmark infolge sehr kleinem Durchmesser A3 nicht nach dorsal ausweichen und wird eingeklemmt.

5.Zusammenfassung:

Es wurden die Halswirbelsäulen von 49 klinisch gesunden und von 23 an spinaler Ataxie erkrankten Pferden unterschiedlichen Alters röntgenologisch untersucht und nach folgenden Kriterien ausgewertet:

a) Messung der Winkel korrespondierender Halswirbel
b) Messung und Berechnung der Einengung der Forr. vertebralia der Halswirbel
c) Messung der Durchmesser des Wirbelkanals der Halswirbel an bestimmten Stellen.

Aufgrund der Meßwerte lassen sich folgende Aussagen machen:

1. Bei Tieren bis zum Alter von 6 Monaten findet die größte Beugung zweier Halswirbel im Halswirbelgelenk 2/3 statt. Mit zunehmendem Alter verlagert sich diese auf die Gelenke 3/4 und 4/5.
2. Die mittlere Winkelsumme, gebildet aus den Winkeln der Halswirbelgelenke 2/3 bis 5/6,beträgt bei Tieren von 0 - 3 Monaten 58,5 Grad und steigt im Verlauf der nächsten 3 Monate auf 83,3 Grad im Mittel an.
3. Die Winkelwerte gesunder und kranker Tiere der Altersklasse über 6 Monate weisen keine signifikanten Unterschiede auf.
4. Die Meßwerte der Einengung können für den Nachweis einer Kompression des Rückenmarks herangezogen werden:

Die Grenzwerte der Einengung bei gesunden und kranken Tieren sind abhängig von Alter und Lokalisation.

5. Während der Durchmesser des Wirbellochs des 2. Halswirbels relativ groß ist, verkleinert er sich zum 3. Halswirbel bei Tieren von 0 - 6 Monaten im Mittel um 14,5 %, bei älteren Tieren um 20 - 26 %. Zwischen dem 3. und 5. Halswirbel bleibt der Durchmesser weitgehend konstant, um im Bereich des 6. und 7. Halswirbels wieder erheblich zuzunehmen.
6. Bei kranken Tieren, welche an einem oder mehreren Halswirbeln eine abnorme Einengung aufweisen, variieren die Durchmesser des Wirbelkanals nur geringfügig oder gar nicht, woraus eine Prädisposition für eine Rückenmarkquetschung abgeleitet werden kann.

6. Summary:

The cervical vertebral columns of 49 clinically healthy horses and of 23 horses of various ages with spinal ataxia were examined radiographically and evaluated according to the following criteria:

a) Measurement of angles of corresponding cervical vertebrae

b) Measurement and evaluation of narrowing of the forr. vertebralia of the cervical vertebrae

c) Measurement of the diameter of the vertebral canal of cervical vertebrae at specific spots.

Based on the measured values the following statements may be made:

1. In animals up to 6 months maximal flexion of two cervical vertebrae takes place in the articulation 2/3. It is transfered to the articulation 3/4 and 4/5 with increasing age.
2. The average sum, made up of the angles of the articulation 2/3 to 5/6 of the cervical vertebrae, amounts to 58,5 degrees in animals aged 0 - 3 months and increases within the following 3 months to an average of 83,3 degrees.
3. There were no significant differences between the angular values of healthy and sick animals aged more than 6 months.
4. The measured narrowing of the vertebral canal may be of use to prove a compression of the medulla.

Limiting value of the narrowing in healthy and sick animals depends on age and localisation.

5. Whereas the diameter of the vertebral hole of the 2nd cervical vertebra is relatively large, it decreases to the 3rd cervical vertebra in animals, aged 0 - 6 months by an average of 14,5 % and by 20 - 26 % in older animals.
   The diameter remains constant between the 3rd and 5th and increases considerably in the area of the 6th to 7th cervical vertebrae.
6. The diameters of the vertebral canal vary only minimal or not at all in sick animals with an abnormal narrowness at one or more cervical vertebrae. This indicates a predisposition for medullar confusions.

7. Tabellen:

Tabelle 1: Winkel-und Einengungswerte bei Abbeugung der Halswirbelsäule

Gruppe A: Gesunde Pferde

a) Tiere Altersgruppe 0-3 Monate

		Winkel bei Abbeugung(Grad)						Einengung bei Abbeugung(Prozent)				
Patient	Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme v.2/3 - 5/6	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
1.Hengst	5 Tg.	19	9	11	13	8	52	30	30	30	28	23
2.Hengst	9 Tg.	19	14	12	15	7	60	19	24	24	24	18
3.Stute	1,5 Mon.	21	13	15	17	0	66	16	20	24	27	24
4.Wallach	3 Mon.	15	16	12	13	0	56	25	25	25	25	0
Mittelwert	n = 4	18,5	13	12,5	14,5	3,8	58,5	22,5	24,8	25,8	26	16,3

b) Tiere Altersgruppe 4 - 6 Monate

5.Stute	4 Mon.	17	20	21	21	9	79	0	21	24	27	25
6.Hengst	6 Mon.	27	21	19	19	10	86	0	19	23	23	17
7.Stute	6 Mon.	24	19	20	20	10	83	0	22	21	21	19
8.Hengst	6 Mon.	24	19	22	20	11	85	10	25	30	18	12
Mittelwert	n=4	23	19,8	20,5	20	10	83,3	2,5	21,8	24,5	22,3	18,3
Mittelwert beide Gruppen	n=8	20,7	17,6	16,5	17,3	5,6	70,8	12,5	23,3	25,1	24,1	17,2
Maximum	n=8	27	21	22	21	11	86	30	30	30	28	25

Tabelle 2: Winkel-und Einengungswerte bei Abbeugung der Halswirbelsäule

Gruppe B : Gesunde Pferde Altersgruppe 6 bis 36 Monate :

		Winkel bei Abbeugung (Grad)						Einengung bei Abbeugung (Prozent)				
Patient	Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme v.2/3 - 5/6	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
9.Hengst	8 Mon.	19	25	19	15	-	78	0	24	27	26	0
10.Hengst	8 Mon.	24	25	28	21	13	98	0	18	27	30	27
11.Hengst	10 Mon.	25	23	21	21	9	90	14	27	27	22	11
12.Hengst	1 J.	15	20	29	21	5	85	0	15	25	24	0
13.Stute	1 J.	18	28	24	18	-	88	5	25	23	19	0
14.Hengst	1 J.	27	22	22	18	-	89	14	27	29	28	-
15.Stute	1 J.	19	25	22	22	14	88	4	22	25	27	22
16.Stute	1 J.	22	19	22	13	9	76	0	18	25	20	0
17.Hengst	1 J.	27	23	15	18	-	83	5	24	18	13	-
18.Wallach	1 J.	14	19	-	-	-	-	0	22	25	-	-
19.Hengst	2 J.	14	20	20	19	-	73	0	18	16	19	-
20.Hengst	2 J.	23	19	17	17	-	76	0	19	26	20	-
21.Stute	2 J.	21	22	19	19	19	81	0	27	22	25	23
22.Hengst	2 J.	16	23	24	15	-	78	4	18	22	21	7
23.Hengst	2 J.	28	26	23	21	-	98	0	29	29	24	-
24.Wallach	3 J.	12	14	19	11	5	56	0	14	25	21	18
25.Wallach	3 J.	23	27	27	19	7	96	4	26	25	23	17
Summe der Werte		347	380	351	288	81	1333	50	373	416	362	125
Zahl der Patienten		17	17	16	16	8	15	17	17	17	16	11
Mittelwerte		20,4	22,35	21,9	18,0	10,1	83,3	2,9	21,9	24,4	22,6	11,3
Maximalwerte		28	28	29	22	19	98	14	29	29	30	27

Tabelle 3: Winkel-und Einengungswerte bei Abbeugung der Halswirbelsäule

Gruppe C : Gesunde Pferde Altersgruppe ab 36 Monate

		Winkel bei Abbeugung (Grad)						Einengung bei Abbeugung (Prozent)				
Patient	Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme v.2/3 - 5/6	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
26.Wallach	4 J.	9	16	21	20	-	66	0	21	19	22	-
27.Wallach	4 J.	19	28	-	16	7	-	0	20	-	19	-
28.Wallach	4 J.	19	19	19	-	-	-	0	12	16	-	-
29.Wallach	5 J.	20	24	22	15	5	81	0	21	13	15	-
30.Wallach	6 J.	15	22	19	23	10	79	0	12	20	24	18
31.Stute	6 J.	22	24	24	19	12	89	0	23	29	25	19
32.Wallach	6 J.	12	24	24	23	18	83	0	9	13	15	11
33.Stute	7 J.	20	19	16	19	7	74	12	25	17	18	27
34.Stute	7 J.	21	18	20	20	-	79	0	21	21	20	-
35.Wallach	8 J.	26	21	24	20	-	91	4	23	23	26	-
36.Wallach	8 J.	25	24	24	15	12	88	8	21	21	15	15
37.Stute	8 J.	19	18	21	24	10	82	0	12	16	16	17
38.Stute	9 J.	15	23	28	20	5	86	0	16	15	13	20
39.Stute	9 J.	22	26	19	-	-	-	0	19	25	-	-
40.Wallach	9 J.	25	26	26	23	13	100	0	24	23	20	23
41.Hengst	10 J.	13	17	18	17	16	65	0	18	22	26	20
42.Stute	10 J.	30	24	25	19	-	98	0	17	25	24	-
43.Hengst	10 J.	25	27	26	22	3	100	0	18	27	22	0
44.Hengst	11 J.	22	22	22	22	-	88	0	0	20	26	-
45.Wallach	12 J.	24	22	20	24	15	90	4	25	17	18	23
46.Wallach	12 J.	16	26	26	24	10	92	0	17	20	19	14
47.Wallach	12 J.	20	19	20	9	-	68	0	4	21	20	-
48.Stute	14 J.	23	25	22	21	12	91	0	27	30	29	26
49.Stute	20 J.	18	24	26	19	10	87	9	22	22	22	0
Summe der Werte		480	538	512	434	165	1777	37	427	475	454	233
Zahl der Patienten		24	24	23	22	16	21	24	24	23	22	14
Mittelwerte		20	22,4	22,3	19,7	10,3	84,6	1,5	17,8	20,7	20,6	16,6
Maximalwerte		30	28	28	24	18	100	12	27	30	29	27

Tabelle 4: Winkel-und Einengungswerte bei Abbeugung der Halswirbelsäule

Gruppe B : Kranke Pferde Altersgruppe 6 bis 36 Monate

		Winkel bei Abbeugung (Grad)						Einengung b. Abbeugung (Prozent)				
Patient	Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme v. 2/3 - 5/6	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
1. Hengst	6 Mon.	0	20	0	-	-	-	0	44	0	-	-
2. Hengst	6 Mon.	20	18	25	12	12	75	0	29	27	24	23
3. Hengst	9 Mon.	18	26	18	12	-	74	5	42	30	26	-
4. Hengst	9 Mon.	33	22	22	12	10	89	16	30	29	32	28
5. Hengst	12 Mon.	28	23	24	20	-	95	0	19	27	27	-
6. Hengst	12 Mon.	25	27	24	15	-	91	0	25	29	27	-
7. Hengst	12 Mon.	22	21	25	20	-	88	0	32	30	28	-
8. Hengst	16 Mon.	4	27	22	15	9	68	0	36	20	20	12
9. Wallach	2 J.	17	25	19	15	-	76	0	32	29	31	0
10. Stute	2 J.	21	27	27	25	-	100	5	40	36	32	-
11. Hengst	2 J.	24	20	24	4	-	72	0	27	32	0	-
12. Wallach	2,5 J.	18	21	25	22	14	86	0	32	35	42	25
13. Wallach	2,5 J.	20	26	19	16	-	81	0	29	33	24	-
Summe der Werte		250	303	274	188	45	995	26	417	357	313	88
Zahl der Patienten		13	13	13	12	4	12	13	13	13	12	5
Mittelwerte		19,2	23,3	21	15,17	11,3	82,9	2,0	32	27,3	26,1	17,6
Maximalwerte		33	27	27	25	14	100	16	44	36	42	28

Tabelle 5: Winkel-und Einengungswerte bei Abbeugung der Halswirbelsäule

Gruppe C : Kranke Pferde Altersgruppe ab 36 Monate

		Winkel bei Abbeugung (Grad)						Einengung bei Abbeugung (Prozent)				
Patient	Alter	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	Winkelsumme v.2/3 - 5/6	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7
14.Wallach	5 J.	28	25	22	21	14	96	9	36	44	32	21
15.Stute	5 J.	22	28	25	18	18	93	0	19	24	27	-
16.Hengst	6 J.	23	26	23	22	-	94	4	14	26	18	-
17.Hengst	6 J.	-	-	26	12	-	-	0	-	39	33	0
18.Wallach	7 J.	13	22	25	16	21	76	0	31	31	26	25
19.Wallach	8 J.	23	21	14	9	-	67	0	22	24	23	-
20.Wallach	8 J.	12	10	17	13	13	52	0	30	22	25	27
21.Wallach	9 J.	20	22	25	16	-	83	0	21	25	23	0
22.Wallach	10 J.	22	23	28	13	-	86	0	21	33	29	-
23.Wallach	9 J.	24	22	22	-	-	-	0	18	22	20	-
Summe der Werte		187	199	227	140	66	647	13	212	290	256	73
Zahl der Patienten		9	9	10	9	4	8	10	9	10	10	5
Mittelwerte		20,8	22,1	22,7	15,6	16,5	80,8	1,3	23,6	29,0	25,6	14,6
Maximalwerte		28	28	28	22	21	96	9	36	44	33	27

Tabelle 6: Zusammenstellung der Mittel- und Höchstwerte

a) Winkelwerte:

Altersgruppe		2/3		3/4		4/5		5/6		6/7		Winkelsumme	
		Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.
0-3 M.	Gesund	18,5	21	13	16	12,5	15	14,5	17	3,8	8	58,5	66
4-6 M.	Gesund	23	27	19,8	21	20,5	22	20,0	21	10,0	11	83,3	86
6-36 M.	Gesund	20,4	28	22,35	28	21,9	29	18,0	22	10,1	19	83,3	98
	Krank	19,2	33	23,3	27	21	27	15,2	25	11,3	14	82,9	100
über 36 M.	Gesund	20	30	22,4	28	22,3	28	19,7	24	10,3	18	84,6	100
	Krank	20,8	28	22,1	28	22,7	28	15,6	22	16,5	21	80,8	96

b) Einengungswerte:

Altersgruppe		2/3		3/4		4/5		5/6		6/7	
		Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.	Mi.W.	Max.
0-3 M.	Gesund	22,5	30	24,8	30	25,8	30	26	28	16,3	24
4-6 M.	Gesund	2,5	10	21,8	25	24,5	30	22,3	27	18,3	25
6-36 M.	Gesund	2,9	14	21,9	29	24,4	29	22,6	30	11,3	27
	Krank	2,0	16	32	44	27,3	36	26,1	42	17,6	28
über 36 M.	Gesund	1,5	12	17,8	27	20,7	30	20,6	29	16,6	27
	Krank	1,3	9	23,6	36	29,0	44	25,6	33	14,6	27

Tabelle 7: Durchmesser des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbel

Gruppe A: Gesunde Pferde Altersgruppe 0 - 6 Monate

Patient	Alter	2.HW			3.HW				4.HW				5.HW				6.HW				7.HW			
		A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%
1.Hengst	5 Tg.	23	22	9	20	25	23	15	20	21	23	15	20	22	24	13	21	23	27+	19	22			
2.Hengst	9 Tg.	25	22	5	21	23	22	5	21	22	21	0	21	22	22	5	21	23	25	12	22			
3.Stute	1,5 M.	24	22	14	19	22	21	5	20	21	21	0	21	23	23	4	22	26	30+	17	25			
4.Wallach	3 M.	27	24	17	20	24	23	13	20	24	23	13	20	25	24	17	20	23	25+	16	21			
5.Stute	4 M.	24	24	21	19	23	21	10	19	22	22	5	21	23	24	8	22	26	30	20	24			
6.Hengst	6 M.	26	26	19	21	23	23	9	21	23	23	4	22	25	23	4	22	26	24	4	23			
7.Stute	6 M.	28	28	14	24	27	24	4	23	25	26	8	24	28	27	11	24	28	32	16	27	28	29	
8.Hengst	6 M.	24	24	17	20	21	20	0	20	21	20	0	20	22	23	4	22	23	28+	11	25			
	Summe	201	192		164	188	177		164	179	179		169	190	190		174	198	221		189			
	n	8	8		8	8	8		8	8	8		8	8	8		8	8	8		8			
	Mittelwert	25,1	24	14,6	20,5	23,5	22,1	7,2	20,5	22,4	22,4	5,8	21,1	23,8	23,8	8,4	21,8	24,8	27,6	13,0	24			

Anm.: + = Die ventrale Begrenzung des For.vertebrale ragt über die dorsale Begrenzung hinaus, sodaß A3 nicht am Ende der ventralen, sondern am Ende der dorsalen Begrenzung ermittelt wurde.

Tabelle 8: Durchmesser des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbel

Gruppe B: Gesunde Pferde Altersgruppe 6 bis 36 Monate

Patient	Alter	2.HW			3.HW				4.HW				5.HW				6.HW				7.HW				1.BW	
		A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2
9.Hengst	8 M.	25	26	19	21	25	23	9	21	26	24	8	22	26	25	9	23	26	27							
10.Hengst	8 M.	27	30	23	23	25	24	8	22	25	23	4	22	23	24	4	23	26	28	7	26					
11.Hengst	10 M.	26	28	21	22	25	26	15	22	24	25	12	22	24	25	8	23	26	32+	15	27	23	31			
12.Hengst	1 J.	25	24	17	20	21	21	5	20	22	21	5	20	23	22	5	21	25	26	8	24					
13.Stute	1 J.	28	28	14	24	25	26	8	24	27	28	7	26	27	27	4	26									
14.Hengst	1 J.	25	23	4	22	25	21	4*	22	25	22	4*	23	27	25	4	24									
15.Stute	1 J.	28	31	22	24	27	24	4	23	27	28	14	24	29	29	10	26	32	34	5	31	34	40			
16.Stute	1 J.	27	29	28	21	25	24	8	22	25	27	11	24	25	29	16	25	28								
17.Hengst	1 J.	29	26	11	23	25	22	0	22	23	22	4*	23	24	23	4*	24									
18.Wallach	1 J.	28	34	32	23	26	29	21	23	26	27	11	24	26	28	3*	29	25	29							
19.Hengst	2 J.	28	30	23	23	26	25	12	22	26	25	4	24	29	30	13	26									
20.Hengst	2 J.	29	32	28	23	25	24	13	21	27	26	11	23	28	29	14	25									
21.Stute	2 J.	26	28	21	22	25	24	8	22	24	26	11	23	26	30	20	24	28	33+	21	26	31	34+	24	26	
22.Hengst	2 J.	27	30	23	23	25	24	8	22	25	26	11	23	25	26	8	24	28	32	9	29					
23.Hengst	2 J.																									
24.Wallach	3 J.	29	31	32	21	24	23	4	22	25	24	17	20	24	26	27	19	24	29	24	22	27	30	0	30	
25.Wallach	3 J.	31	33	24	25	29	27	15	23	25	24	0	24	27	28	7	26	28	41	29	29					
Summe		438	463		360	403	387		353	392	398		367	413	426		388	296	311		214	124	135			
n		16	16		16	16	16		16	16	16		16	16	16		16	11	10		8	4	4			
Mittelwert		27,4	28,9	22,1	22,5	25,2	24,2	8,6	22,1	24,5	24,9	8,0	22,9	25,8	26,6	8,6	24,3	26,9	31,1	13,8	26,8	31,0	33,7			

* = In diesen Fällen ist A1 des folgenden Wirbels größer als A3 des vorausgehenden Wirbels.

Tabelle 9: Durchmesser des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbel

Gruppe C: Gesunde Pferde Altersgruppe ab 36 Monate

Patient	Alter	2.HW			3.HW				4.HW				5.HW				6.HW				7.HW				1.BW	
		A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2
26.Wallach	4 J.	33	35	23	27	29	31	23	24	29	30	13	26	30	32	16	27									
27.Wallach	4 J.	34	35	29	25	27	30	17	25				30	33	38	16	32	33	34	0	34					
28.Wallach	4 J.	30	31	26	23	25	23	4*	24	29	26	4	25	31	29	10	26									
29.Wallach	5 J.	30	39	33	26	29	30	20	24	25	25	4	24	28	31	13	27	31	37+	19	30					
30.Wallach	6 J.	30	34	24	26	28	28	11	25	26	30	17	25	28	29	14	25	33	40	18	33	35	43			
31.Stute	6 J.	32	35	31	24	28	28	21	22	28	28	14	24	28	30	20	24	29	37+	30	26	30	35	26	26	
32.Wallach	6 J.	33	33	30	23	27	25	12	22	25	24	4	23	26	30	13	26	30	30	7	28					
33.Stute	7 J.	31	35	31	24	27	32	25	24	28	30	23	23	29	35	23	27	33	40	25	30					
34.Stute	7 J.	30	31	23	24	27	32	25	24	28	30	20	24	26	31	16	26	31	42							
35.Wallach	8 J.	32	34	24	26	29	28	7	26				26				27									
36.Wallach	8 J.	30	37	35	24	26	29	21	23	25	28	14	24	27	33	17	27	29	41	34	27					
37.Stute	8 J.	31	31	19	25	27	28	11	25	27	28	7	26	29	32	19	26	33	42	31	29	38	42			
38.Stute	9 J.	34	36	31	25	26	32	22	25	30	30	13	26	30	35	10*	39	35	41	15	35	36	46			
39.Stute	9 J.	36	40	28	29	29	26	4*	27	30	26	7*	28	31												
40.Wallach	9 J.	33	37	27	27	31	31	19	25	29	35	26	26	30	32	6	30	36	4+	25	30					
41.Hengst	10 J.	30	31	16	26	28	27	15	23	27	30	23	23	27	33+	30	23	29	41	39	25					
42.Stute	10 J.	33	33	24	25	28	27	11	24	25	26	8	24	26	26	4	25									
43.Hengst	10 J.	30	34	32	23	25	25	12	22	26	25	12	22	26	26	12	23	27	32	19	26	30	40	30		
44.Hengst	11 J.	32	34	29	24	28	25	4	24	27	25	0	25	30	32	16	27									
45.Wallach	12 J.	35	33	18	27	31	29	3	28	30	30	3	29	31	32	13	28	36	40+	13	35					
46.Wallach	12 J.	32	35	29	25	29	25	4	24	30	27	7	25	30	31	13	27	32	40	28	29	35				
47.Wallach	12 J.	28	31	26	23	27	29	17	24	28	30	20	24	29	31	19	25									
48.Stute	14 J.	30	35	31	24	28	31	29	22	27	31	26	23	27	33	27	24	30	33+	29	27					
49.Stute	20 J.	26	29	21	23	25	25	9	23	26	27	15	23	26	30+	23	23	28	32+	22	25					
Summe		755	818		598	664	676		579	605	621		598	658	691		614	505	647		459	204				
n		24	24		24	24	24		24	22	22		24	23	22		23	17	17		16	6				
Mittelwert		31,5	34,1	27,0	24,9	27,7	28,2	14,5	24,1	27,5	28,2	11,7	24,9	28,6	31,4	15,0	26,7	29,7	38,0	24,5	28,7	34				

Tabelle 10: Durchmesser des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbelsäule

Gruppe B: Kranke Pferde Altersgruppe 6 bis 36 Monate

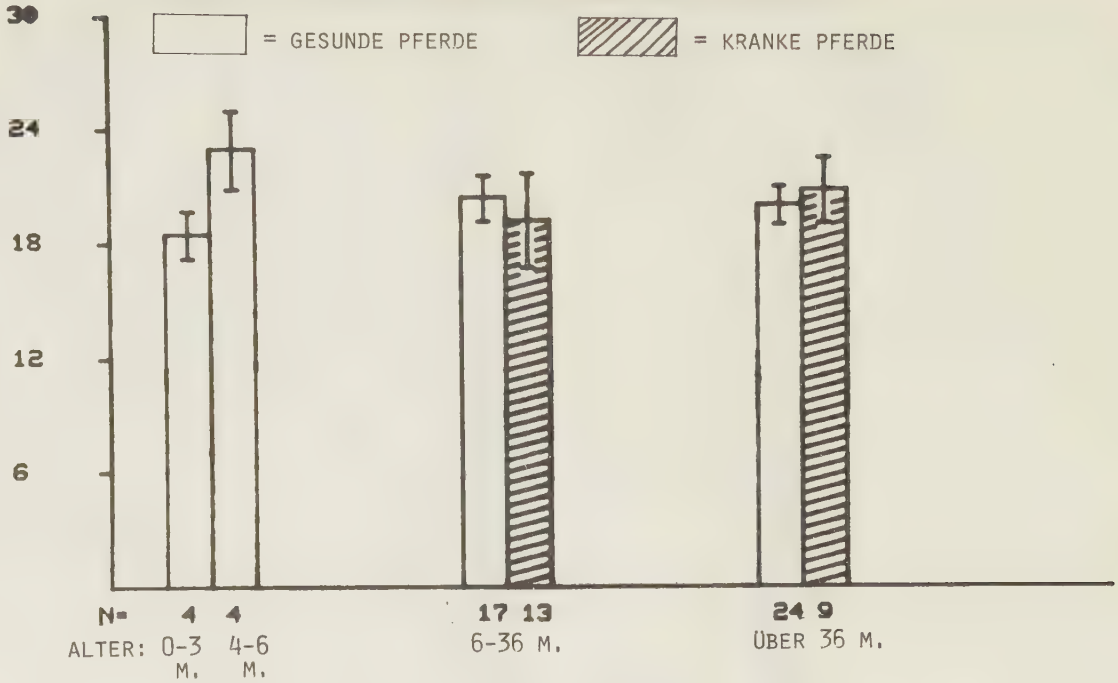
Patient	Alter	2.HW			3.HW				4.HW				5.HW				6.HW				7.HW				1.BW	
		A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2
1.Hengst	6 M.	26	24	17	20	23	20	20	16	22	19															
2.Hengst	6 M.	26	27	22	21	22	24	13	21	23	23	4	22	24	27	7	25	26	26	0	26					
3.Hengst	9 M.	26	27	19	22	22	20	5	19	20	21	5	20	21	22	4*	23									
4.Hengst	9 M.	25	22	14	29	22	20	0	20	23	21	0	21	23	23	4	22	26	27	7	25	28	33	18	27	
5.Hengst	12 M.	26	28	25	21	24	21	0	21	25	23	4	22	25	25	4	24									
6.Hengst	12 M.	30	32	25	24	26	26	8	24	28	26	8	24	29	29	10	26									
7.Hengst	12 M.	29	30	23	23	25	26	15	22	26	26	12	23	25	29	14	25									
8.Hengst	16 M.	28	30	27	22	26	23	4	22	25	25	0	25	27	25	0	25	30	40+	35	26	29	36	22	28	
9.Wallach	2 J.	28	27	22	21	24	24	8	22	24	26	7	24	27	30	13	26	29	32	13	28					
10.Stute	2 J.	27	30	27	22	24	26	23	20	23	23	4	22	25	25	12	22									
11.Hengst	2 J.	26	27	22	21	24	25	12	22	23	24	8	22	24	25	0	25									
12.Wallach	2,5J.	34	34	26	25	29	30	27	22	29	31	26	23	20	27+	35	24	34	40+	20	32					
13.Wallach	2,5J.	29	27	15	23	27	27	11	24	28	28	14	24	28	29	14	25	30	33	18	27	36			30	
	Summe	360	365		284	318	312		275	319	316		272	308	326		292	175	198		164	93				
	n	13	13		13	13	13		13	13	13		12	12	12		12	6	6		6	3				
	Mittelwert	27,7	28,1	22,1	21,8	24,4	24	12,0	21,1	24,5	24,3	7,0	22,6	25,7	27,1	10,3	24,3	29,1	33,0	17,3	27,3	31				

Tabelle 11: Durchmesser des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbelsäule

Gruppe C: Kranke Pferde Altersgruppe ab 36 Monate

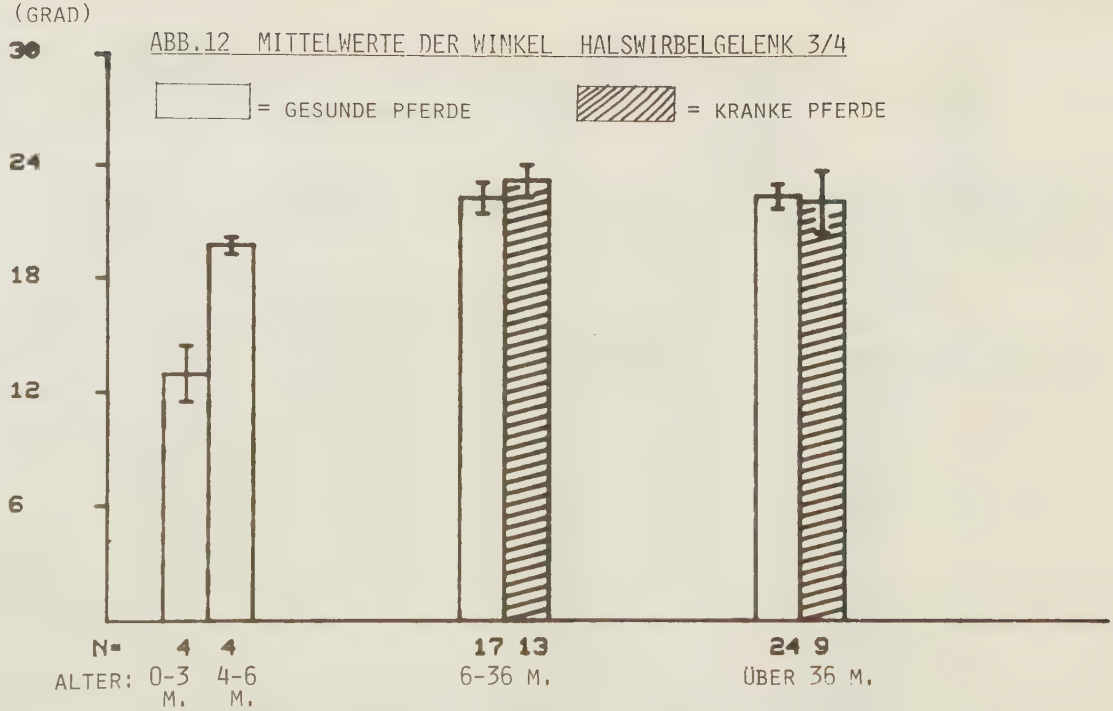
Patient	Alter	2.HW			3.HW				4.HW				5.HW				6.HW				7.HW				1.BW	
		A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2	A3	%	A1	A2
14.Wallach	5 J.	33	33	30	23	27	25	12	22	26	27	15	23	26	29	14	25	30	35+	20	28	35	42			
15.Stute	5 J.	28	29	24	22	25	25	16	21	25	26	19	21	26	27	19	22	29	36	28	26					
16.Hengst	6 J.	26	29	21	23	25	23	4	22	25	24	4	23	28	27	4*	28									
17.Hengst	6 J.									24	23	0	23	28	28	4	27	29	35	20	28					
18.Wallach	7 J.	32	29	24	22	26	23	0	23	28	35	8	23	29	29	7	27	29	28	0	28					
19.Wallach	8 J.	31	31	23	24	30	27	15	23	27	26	4	25	28	31	16	26	32	40	25	30	39	48+	27	35	
20.Wallach	8 J.	31	31	23	24	27	27	15	23	27	27	15	23	28	28	14	24	30	35	14	20					
21.Wallach	9 J.	34	33	24	25	29	27	11	24	27	26	8	24	28	28	7	26	31	35+							
22.Wallach	9 J.	31	28	21	22	26	24	8	22	26	26	12	23	27	30	17	25	28	36	22	28					
23.Wallach	10 J.	32	31	23	24	28	25	4	24	27	24	0	24	27	26	8	24									
Summe		278	274		209	243	226		204	262	254		232	275	283		254	238	280		198					
n		9	9		9	9	9		9	10	10		10	10	10		10	8	8		7					
Mittelwert		30,9	30,4	23,7	23,2	27,0	25,1	9,5	22,7	26,2	25,4	8,7	23,2	27,5	28,3	10,2	25,4	29,8	35,0	19,1	28,3					

ABB.11 MITTELWERTE DER WINKEL HALSWIRBELGELENK 2/3



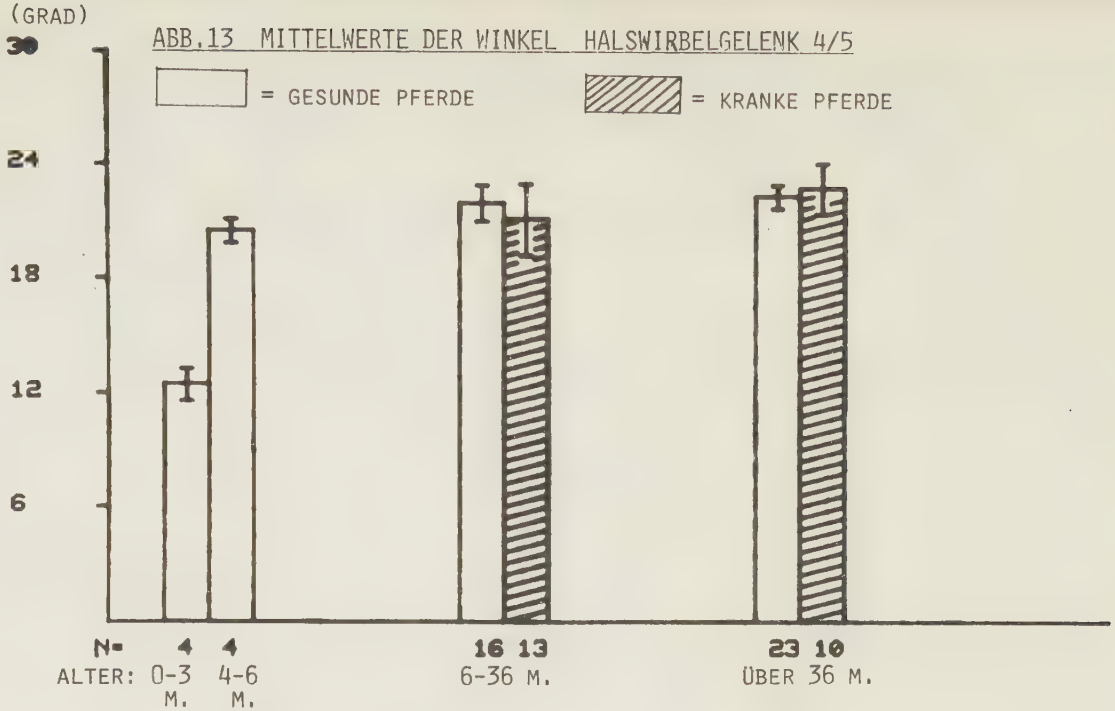
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	18,5	2,51661	1,22583
4-6 M.	4	23	4,24263	2,12131
6-36 M.	17	20,4117	5,03808	1,22191
6-36 M.KR.	13	19,2307	8,87086	2,46033
Ü.36 M.	24	20	4,91669	1,00361
Ü.36 M.KR.	9	20,7777	5,16665	1,72221

ABB.12 MITTELWERTE DER WINKEL HALSWIRBELGELENK 3/4



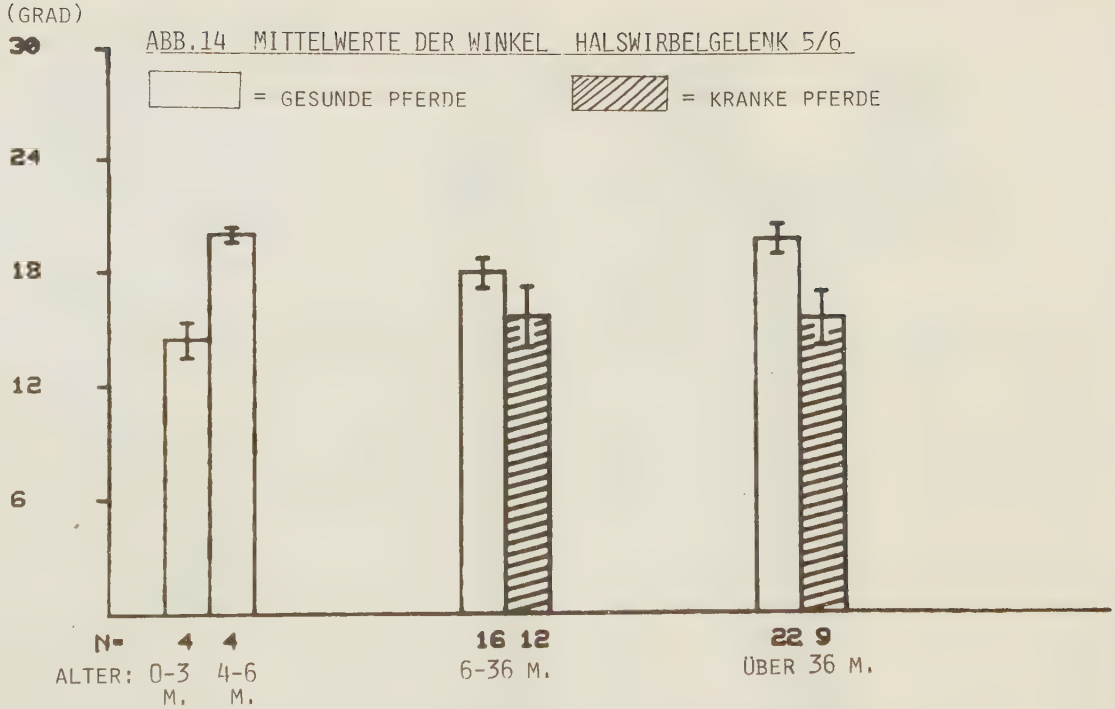
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	13	2,94392	1,47196
4-6 M.	4	19,75	0,957427	0,478713
6-36 M.	17	22,3529	3,56965	0,865768
6-36 M.KR.	13	23,3077	3,17234	0,879851
Ü.36 M.	24	22,4166	3,36108	0,686078
Ü.36 M.KR.	9	22,111	5,08537	1,69512

ABB.13 MITTELWERTE DER WINKEL HALSWIRBELGELENK 4/5



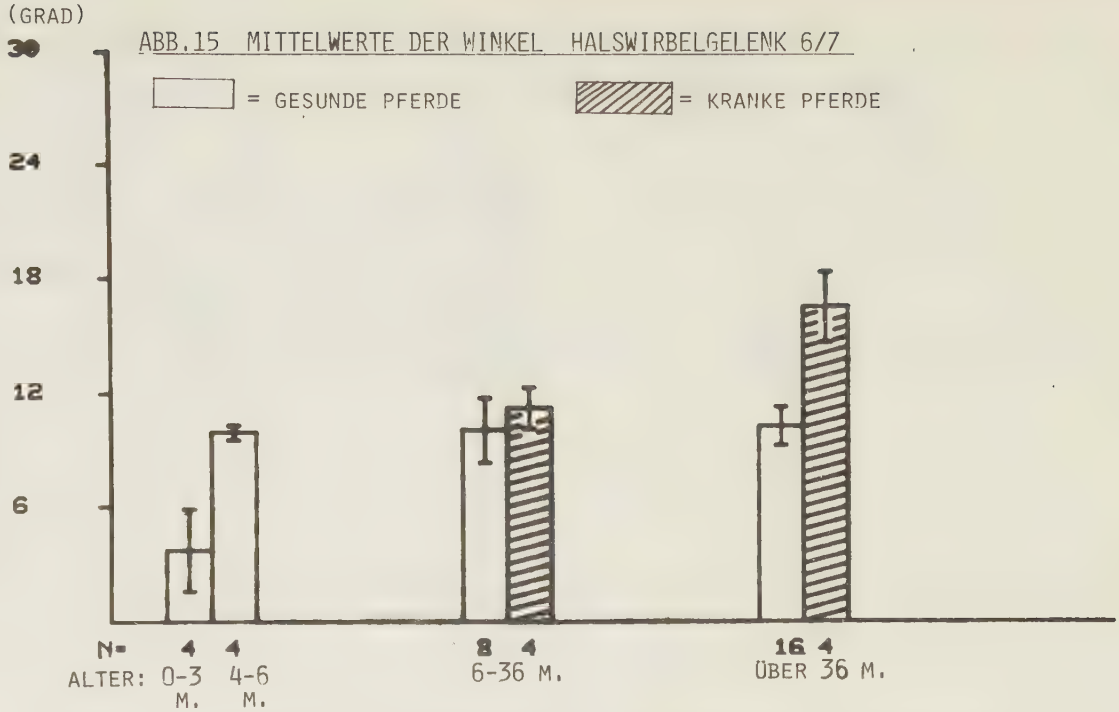
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	12,5	1,73205	0,866025
4-6 M.	4	20,5	1,29099	0,645497
6-36 M.	16	21,9375	3,87244	0,968111
6-36 M.KR.	13	21,0769	6,89758	1,91304
Ü.36 M.	23	22,2608	3,13651	0,654008
Ü.36 M.KR.	10	22,7	4,27004	1,3503

ABB.14 MITTELWERTE DER WINKEL HALSWIRBELGELENK 5/6



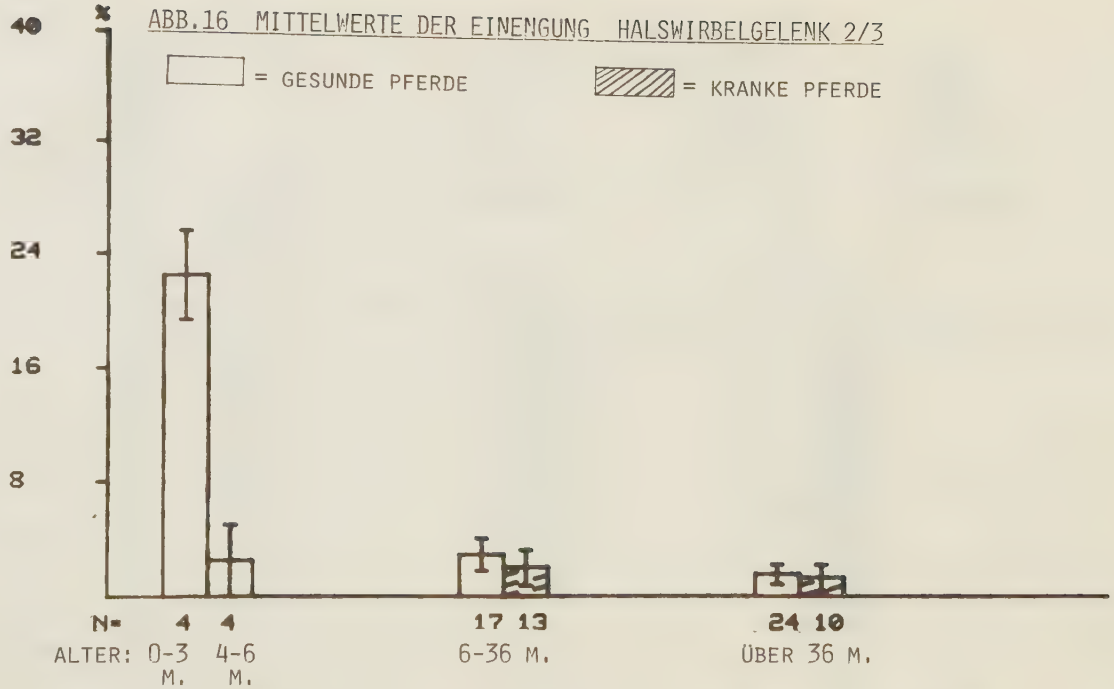
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	14,5	1,91485	0,957427
4-6 M.	4	20	0,816496	0,408248
6-36 M.	16	18	3,14112	0,785281
6-36 M.KR.	12	15,666	5,58134	1,61119
Ü.36 M.	22	19,7272	3,66686	0,781777
Ü.36 M.KR.	9	15,555	4,27524	1,42508

ABB.15 MITTELWERTE DER WINKEL HALSWIRBELGELENK 6/7



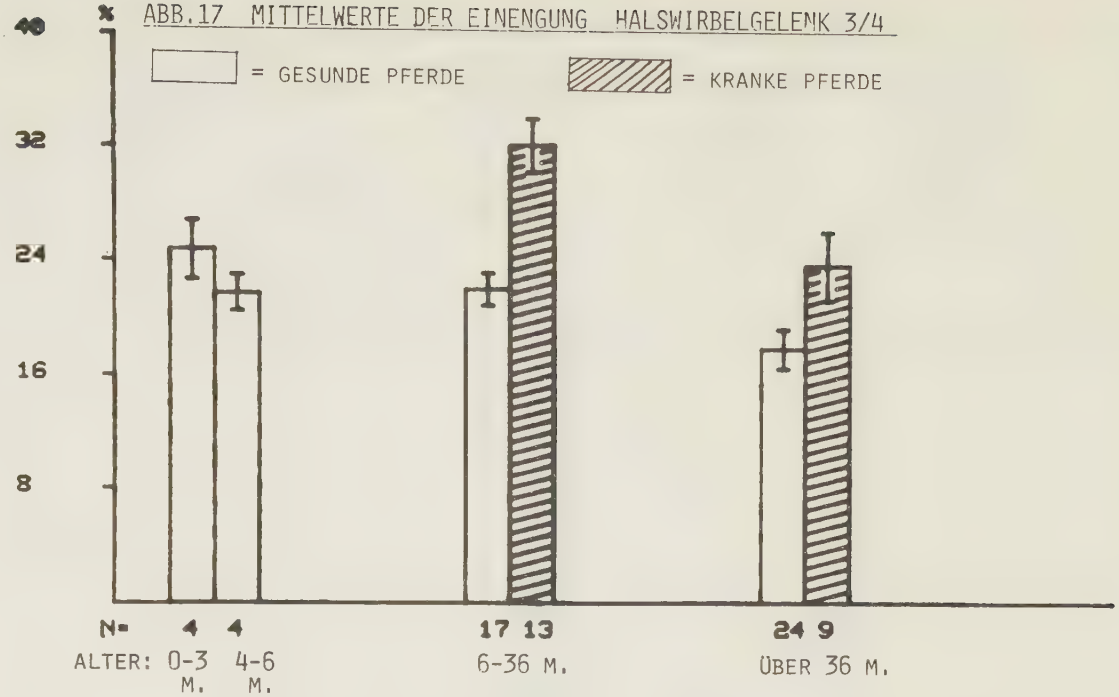
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	3,75	4,34932	2,17466
4-6 M.	4	10	0,816496	0,408248
6-36 M.	8	10,125	4,88255	1,72624
6-36 M.KR.	4	11,25	2,21735	1,10867
Ü.36 M.	16	10,3125	4.17482	1,0437
Ü.36 M.KR.	4	16,5	3,69684	1,84842

ABB.16 MITTELWERTE DER EINENGUNG HALSWIRBELGELENK 2/3



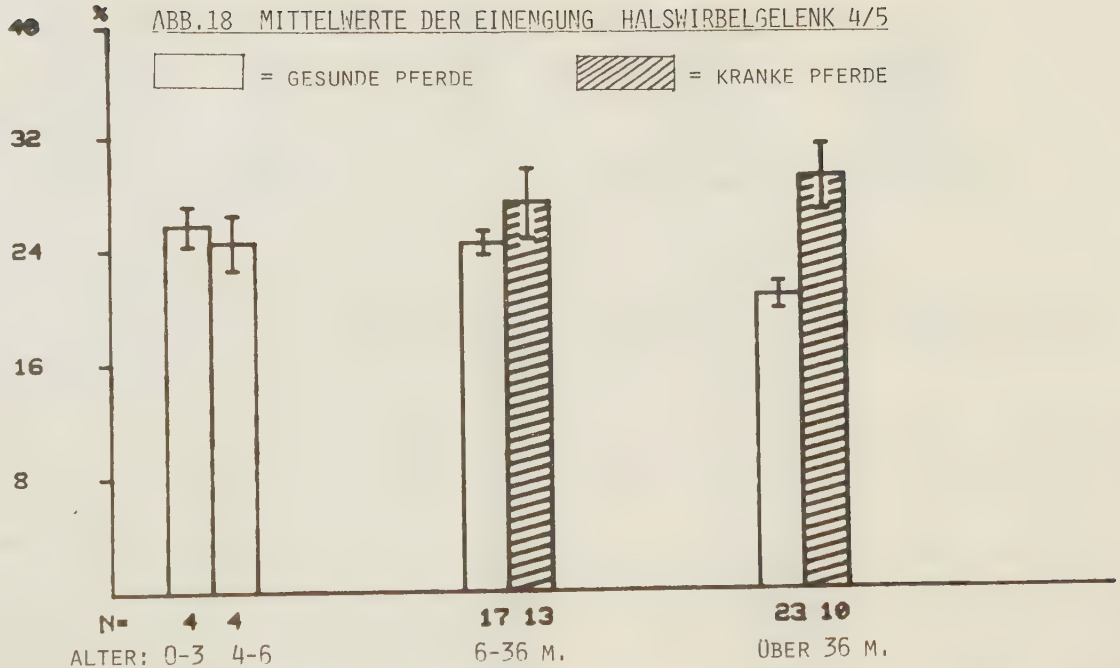
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	22,5	6,24499	3,12249
4-6 M.	4	2,5	5	2,5
6-36 M.	17	2,94117	4,62966	1,12285
6-36 M.KR.	13	2,0	4,60072	1,27601
Ü.36 M.	24	1,54166	3,38769	0,691509
Ü.36 M.KR.	10	1,3	2,98328	0,943397

ABB.17 MITTELWERTE DER EINENGUNG HALSWIRBELGELENK 3/4



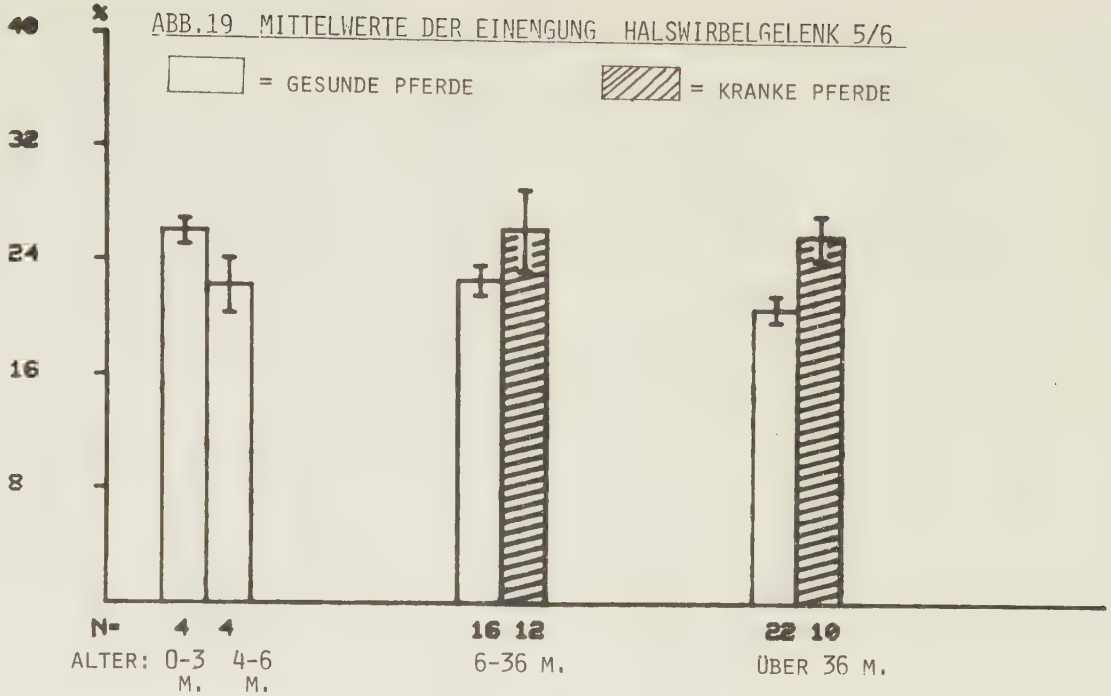
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	24,75	4,11298	2,05749
4-6 M.	4	21,75	2,5	1,25
6-36 M.	17	21,9411	4,62965	1,12285
6-36 M.KR.	13	32,0769	7,00546	1,94296
Ü.36 M.	24	17,7916	6,7113	1,36993
Ü.36 M.KR.	9	23,55	7,16083	2,38694

ABB.18 MITTELWERTE DER EINENGUNG HALSWIRBELGELENK 4/5



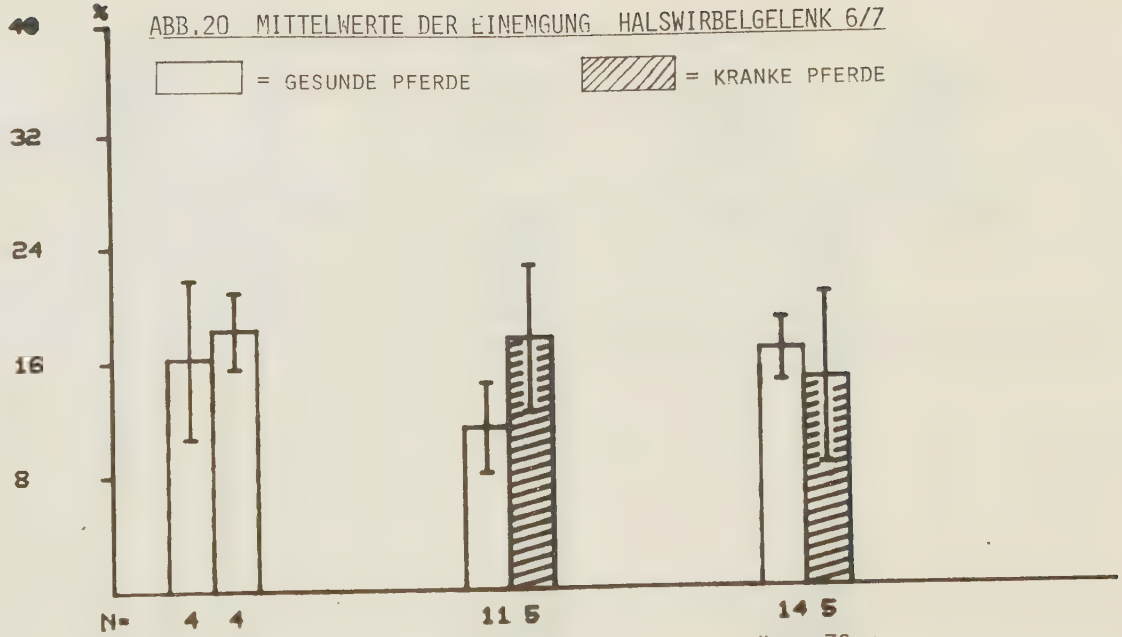
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	25,75	2,87228	1,43614
4-6 M.	4	24,5	3,87298	1,93649
6-36 M.	17	24,4705	3,46621	0,84068
6-36 M.KR.	13	27,3077	9,0589	2,51248
Ü.36 M.	23	20,6521	4,63786	0,967061
Ü.36 M.KR.	10	29,0	7,58653	2,39907

ABB.19 MITTELWERTE DER EINENGUNG HALSWIRBELGELENK 5/6



ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	26	1,82574	0,91287
4-6 M.	4	22,25	3,77491	1,88745
6-36 M.	16	22,625	4,17732	1,04433
6-36 M.KR.	12	26,0833	9,90369	2,85894
Ü.36 M.	22	20,6363	4,35938	0,929425
Ü.36 M.KR.	10	25,6	4,85794	1,53621

ABB.20 MITTELWERTE DER EINENGUNG HALSWIRBELGELENK 6/7

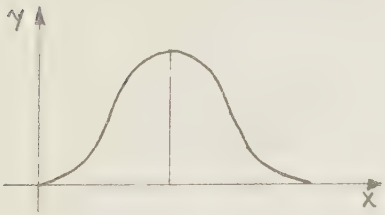


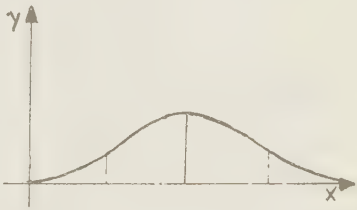
ALTER	ANZAHL	MITTELWERT	STD-ABW.	STD-FEHLER
0-3 M.	4	16,25	11,1467	5,57337
4-6 M.	4	18,25	5,37742	2,68871
6-36 M.	11	11,3636	10,5097	3,1688
6-36 M.KR.	5	17,6	11,5455	5,16333
Ü.36 M.	14	16,6428	8,32611	2,22524
Ü.36 M.KR.	5	14,6	13,5018	6,0382

Erläuterungen zu den statistischen Ergebnissen auf den Abbildungen 11 bis 20:

1) S t a n d a r d a b w e i c h u n g (STD):

Mittelwert und Standardabweichung sind charakteristische Werte einer symmetrischen Glockenkurve, "Gaußschen" Kurve oder Normalverteilung.
Sie bestimmen die Lage des durchschnittlichen Wertes einer Meßreihe sowie die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert.
Je kleiner die Standardabweichung ist, um so steiler, je größer sie ist, um so flacher ist der Kurvenverlauf der Verteilung.





2) S t a n d a r d f e h l e r (STD):

Entnimmt man einer Grundgesamtheit Stichproben, dann ist auch der Mittelwert eine zufällige Variable mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung.
Der Standardfehler gibt die Streuung des Mittelwertes an.

8.Literaturverzeichnis:

ADAMS,O.R.: Lameness in Horses. Verlag Lea u. Fiebiger, Philadelphia (1962)

DAHME,E. und H.SCHEBITZ: Zur Pathogenes der spinalen ATAXIE unter Zugrundelegung neuerer Befunde. Zbl.Vet.Med. A 17, 120 - 143, (1970)

DIMOCK,W. and B.J.ERRINGTON: Incoordination of equidae: "Wobblers". J.Amer.Vet.Med.Ass. 95, 261 - 267, (1939)

FRANK,G.: Untersuchungen am Wirbelskelett bei abortierten Fohlen im Hinblick auf die spinale Ataxie. Vet.Med.Diss. Hannover (1967)

FRASER,H and A.C.PALMER: Equine Incoordination and Wobbler Disease of Young Horses. Vet.Rec. 80, 338 - 355, (1967)

JONES,T.C., E.R.DOLL and R.G.BROWN: The pathology of equine incoordination (Ataxia or "Wobbles of Foals"). Proc.Amer.Vet.Med.Ass. 91 st. Ann.Meet., 139 - 149, (1954)

MECHLENBURG,G.: Untersuchungen der Halswirbelsäule und des Rückenmarks beim Pferd im Hinblick auf Veränderungen bei der spinalen Ataxie. Vet.Med.Diss. Hannover (1967)

MATTHIAS,D., O.DIETZ und R.RECHENBERG: Zur Klinik und Pathologie der spinalen Ataxie der Fohlen. Arch.Exp. Vet.Med. 19, 43 - 71, (1965)

MILNE,D.: Diagnosis and Pathology of the Wobbler Syndrome - Spondylolisthesis - a Preliminary Study. Equine Journal 75, Columbus University (1975)

OLAFSON,P.: "Wobblers" compared with ataxic ("Swingbone") Lambs. Cornell.Vet.,Ithaca, 32, 301 - 314, (1942)

POHLENZ,F. und L.-Cl.SCHULZ: Rückenmarksveränderungen bei der spinalen Ataxie des Pferdes in ihrer Abhängigkeit von Ort und Grad der Veränderungen am Halswirbelskelett. Dtsch.Tierärztl.Wschr. 73, 533 - 536 (1966)

ROONEY,J.R.: Equine Incoordination I.Gross Morphology. Cornell Vet., Ithaca, 53, 411 - 422, (1963)

SACHS,L.: Angewandte Statistik, Planung und Auswertung, Methoden und Modelle. 4.Auflage, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York (1973)

SCHEBITZ,H. und L.-Cl.SCHULZ: Zur Pathogenese der spinalen Ataxie des Pferdes: Spondylarthrosis, klinische Befunde. Dtsch.Tierärztl.Wschr. 72, 496 - 501, (1965)

SCHEBITZ,H. und H.WILKENS: Atlas der Röntgenanatomie von Hund und Pferd. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg (1968)

SCHULZ,L.-Cl., H.SCHEBITZ, J.POHLENZ und G.MECHLENBURG: Zur Pathogenese der spinalen Ataxie des Pferdes - Spondylarthrosis. Dtsch.Tierärztl.Wschr. 72, 502 - 506, (1965)

STEEL,J.D., J.H.WHITTEM and D.R.HUTCHINS: Equine Sensory Ataxia ("Wobblers"). Austral.Vet.Journ. 35, 442 - 449, (1959)

WEISCHER,F.: Erbbedingtheit der sogenannten Kreuzlähme bei jungen Pferden (hereditäre Ataxie). Mhefte Vet.Med., 1, 99, (1946)

WEISCHER,F.: Erbbedingtheit der sogenannten Kreuzlähme bei jungen Pferden. Berliner Münchener tierärztl. Wschr. und Wien. tierärztl. Mschr., 317, (1944)

Lebenslauf:

18.9.1948	geboren als Sohn des Gutsbesitzers Adalbert Hebeler und seiner Frau Kunigunde, geb. Zwick in Bad Wörishofen.
1954	Einschulung in die Volksschule Irsingen
1956	Schulwechsel auf die Volksschule Türkheim
1959-1965	Besuch der Oberrealschule Mindelheim
1965-1969	Wechsel auf das Landerziehungsheim Hermann Lietz-Schule, Schloß Bieberstein. Abschluß mit Abitur
1969-1975	Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
1975	Approbation als Tierarzt
1975-1976	als wissenschaftl.Hilfskraft an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München tätig
Seit 1975	Anfertigung der vorliegenden Dissertation
Seit 1976	Assistent am Institut für Experimentelle Chirurgie der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar.

Herrn Prof.Dr.H.Schebitz bin ich für die Stellung des interessanten Themas sowie für die jederzeit großzügig gewährte Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit zu großem Dank verpflichtet.
Mein besonderer Dank gilt Frau Dr.D.Böhm für die vielen wertvollen Anregungen.
Aus dem Institut für Experimentelle Chirurgie der Technischen Universität München möchte ich Herrn Prof. Dr.G.Blümel für seine großzügig gewährte Unterstützung, Herrn Dr.W.Heinkelmann und Herrn Dipl.Ing.M.Birk für die statistische Beratung, sowie Frl.K.Forster für die technische Hilfe meinen Dank aussprechen.